



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, TRUJILLO 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Jose Carlos Cruzado Garcia

**Asesor:**

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz  
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo – Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	Cintha Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	Eduar Rodríguez Beltrán	18213588
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	Sheyla Cornejo Rodríguez	41639360
	Nombre y Apellidos	N° DNI

## **DEDICATORIA**

*A **Dios**, por guiar y cuidar cada uno de mis pasos, por darme siempre las fuerzas necesarias para poder seguir adelante en lo que me proponga y sobre todo por darme salud para poder llegar hasta este punto de mi vida.*

*A mis padres **José y Milagros**, por su paciencia, amor, comprensión, aliento y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida; por los consejos precisos para cada circunstancia, por ser mi soporte y darme siempre calma y por el esfuerzo de siempre sacarme adelante. A ellos mi agradecimiento infinito por estar siempre para mí.*

*A mi hermana **Diana**, por su cariño, amor, por estar siempre ahí conmigo y brindarme su apoyo. A ella mi agradecimiento infinito por su cariño y apoyo constante.*

## AGRADECIMIENTO

*Expreso mi infinito agradecimiento a Dios por ser uno de los pilares fundamentales de mi vida, por ser quien me da las fuerzas necesarias para poder superar cualquier adversidad y por darme salud para poder seguir con mis metas trazadas.*

*A mi familia por su incondicional amor y apoyo a lo largo de toda mi vida, por ser parte de mi día a día y estar ahí para mí.*

*Un especial agradecimiento al Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz, asesor de la presente tesis, por su constante apoyo, consejos y recomendaciones a lo largo de toda la investigación y sobre todo por estar siempre dispuesto a absolver cualquier duda o consulta que se haya presentado.*

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Realidad Problemática .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Bases teóricas.....</b>	<b>22</b>
<i>1.3.1. Concreto .....</i>	<i>22</i>
<i>1.3.2. Diseño de mezcla .....</i>	<i>25</i>
<b>1.4. Formulación del problema .....</b>	<b>26</b>
<b>1.5. Objetivos .....</b>	<b>26</b>
<i>1.5.1. Objetivo general .....</i>	<i>26</i>
<i>1.5.2. Objetivos específicos .....</i>	<i>26</i>
<b>1.6. Hipótesis.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1. Tipo de investigación .....</b>	<b>27</b>
<i>2.1.1. Según el propósito .....</i>	<i>27</i>
<i>2.1.2. Según el diseño .....</i>	<i>27</i>
<b>2.2. Diseño de investigación.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3. Variables .....</b>	<b>28</b>
<i>2.3.1. Aditivo Sika WT-200P .....</i>	<i>28</i>
<i>2.3.2. Resistencia a la compresión del concreto .....</i>	<i>28</i>
<i>2.3.3. Permeabilidad del concreto .....</i>	<i>29</i>
<i>2.3.4. Operacionalización de variables .....</i>	<i>30</i>
<b>2.4. Población y muestra.....</b>	<b>33</b>
<i>2.4.1. Población .....</i>	<i>33</i>
<i>2.4.2. Muestra .....</i>	<i>33</i>
<b>2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>35</b>

2.5.1. <i>Técnica de recolección de datos</i> .....	35
2.5.2. <i>Instrumento de recolección de datos</i> .....	36
2.5.3. <i>Validación del instrumento de recolección de datos</i> .....	36
2.5.4. <i>Análisis de datos</i> .....	36
2.5.5. <i>Instrumento de análisis de datos</i> .....	37
<b>2.6. Aspectos éticos</b> .....	<b>38</b>
<b>2.7. Procedimiento</b> .....	<b>39</b>
2.7.1. <i>Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso</i> .....	40
2.7.2. <i>Humedad del agregado fino y agregado grueso</i> .....	41
2.7.3. <i>Peso unitario del agregado fino y agregado grueso</i> .....	41
2.7.4. <i>Peso específico y absorción de los agregados</i> .....	43
2.7.5. <i>Diseño de mezcla</i> .....	45
2.7.6. <i>Ensayos del concreto en estado fresco</i> .....	45
2.7.7. <i>Ensayos del concreto en estado endurecido</i> .....	48
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>52</b>
<b>3.1. Caracterización de agregados</b> .....	<b>52</b>
<b>3.2. Diseño de mezcla</b> .....	<b>53</b>
<b>3.3. Resistencia a la compresión del concreto</b> .....	<b>54</b>
<b>3.4. Velocidad de absorción</b> .....	<b>56</b>
<b>3.5. Profundidad de penetración de agua bajo presión</b> .....	<b>57</b>
<b>3.6. Prueba de hipótesis</b> .....	<b>57</b>
3.6.1. <i>Análisis de distribución normal</i> .....	57
3.6.2. <i>Análisis de varianza</i> .....	59
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>61</b>
<b>4.1. Discusión</b> .....	<b>61</b>
<b>4.2. Conclusiones</b> .....	<b>66</b>
<b>4.3. Recomendaciones</b> .....	<b>68</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de investigación.....	27
Tabla 2. Matriz de clasificación de variables .....	29
Tabla 3. Matriz de operacionalización de la variable dependiente resistencia a la compresión. ....	30
Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable dependiente permeabilidad.....	31
Tabla 5. Matriz de operacionalización de la variable independiente. ....	32
Tabla 6. Total de probetas a realizar para el ensayo de resistencia a la compresión.....	34
Tabla 7. Total de probetas a realizar para el ensayo de velocidad de absorción. ....	34
Tabla 8. Total de probetas a realizar para el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión. ....	35
Tabla 9. Pruebas para el análisis de datos. ....	37
Tabla 10. Caracterización del agregado fino. ....	52
Tabla 11. Caracterización del agregado grueso.....	52
Tabla 12. Diseño de mezcla del concreto patrón.....	53
Tabla 13. Diseño de mezcla del concreto con Sika WT-200P. ....	53
Tabla 14. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 3 días de curado. ....	57
Tabla 15. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 7 días de curado. ....	58
Tabla 16. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 28 días de curado. ....	58
Tabla 17. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 56 días de curado. ....	58
Tabla 18. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 3 días de curado. ....	59
Tabla 19. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 7 días de curado. ....	59
Tabla 20. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 28 días de curado. ....	60
Tabla 21. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 56 días de curado. ....	60
Tabla 22. Granulometría del agregado fino.....	73
Tabla 23. Granulometría del agregado grueso.....	74
Tabla 24. Contenido de humedad del agregado fino. ....	75
Tabla 25. Contenido de humedad del agregado grueso.....	76
Tabla 26. Peso unitario del agregado fino. ....	76
Tabla 27. Peso unitario del agregado grueso.....	77
Tabla 28. Peso específico y absorción del agregado fino.....	77
Tabla 29. Peso específico y absorción del agregado grueso.....	78
Tabla 30. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.....	78
Tabla 31. Resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 3 días de curado. .....	79
Tabla 32. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de curado.....	79
Tabla 33. Resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 7 días de curado. .....	79
Tabla 34. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de curado.....	80

Tabla 35. Resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 28 días de curado.	80
Tabla 36. Resistencia a la compresión del concreto patrón a 56 días de curado.	80
Tabla 37. Resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 56 días de curado.	81
Tabla 38. Datos para el ensayo de velocidad de absorción del concreto patrón.	81
Tabla 39. Velocidad de absorción del concreto patrón.	81
Tabla 40. Datos para el ensayo de velocidad de absorción del concreto con Sika WT-200P.	82
Tabla 41. Velocidad de absorción del concreto con Sika WT-200P.	82
Tabla 42. Profundidad de penetración del concreto patrón.	83
Tabla 43. Profundidad de penetración del concreto con Sika WT-200P.	84



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la presente investigación. ....	39
Figura 2. Resistencia a la compresión promedio (3 días de curado). ....	54
Figura 3. Resistencia a la compresión promedio (7 días de curado). ....	54
Figura 4. Resistencia a la compresión promedio (56 días de curado). ....	55
Figura 5. Resistencia a la compresión promedio (28 días de curado). ....	55
Figura 6. Ensayo de velocidad de absorción del concreto. ....	56
Figura 7. Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto. ....	57
Figura 8. Curva granulométrica del agregado fino. ....	74
Figura 9. Curva granulométrica del agregado grueso. ....	75
Figura 10. Matriz para evaluación de experto de los instrumentos de recolección de datos. ....	85
Figura 11. Guía de observación de la variable resistencia a la compresión. ....	85
Figura 12. Guía de observación para la variable permeabilidad – Absorción. ....	85
Figura 13. Guía de observación para la variable permeabilidad – Profundidad media de penetración de agua bajo presión y permeabilidad. ....	85
Figura 14. Certificado de contenido de humedad del agregado fino. ....	85
Figura 15. Certificado de peso unitario del agregado fino. ....	85
Figura 16. Certificado del peso específico y absorción del agregado fino. ....	85
Figura 17. Certificado de granulometría del agregado fino. ....	85
Figura 18. Certificado del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso. ....	85
Figura 19. Certificado de peso unitario del agregado grueso. ....	85
Figura 20. Certificado de peso específico y absorción del agregado grueso. ....	85
Figura 21. Certificado de granulometría del agregado grueso. ....	85
Figura 22. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado. ....	85
Figura 23. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 3 días de curado. ....	85
Figura 24. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de curado. ....	85
Figura 25. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 7 días de curado. ....	85
Figura 26. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de curado. ....	85
Figura 27. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 28 días de curado. ....	85
Figura 28. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 56 días de curado. ....	85

Figura 29. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 56 días de curado. ....	85
Figura 30. Certificado del ensayo de velocidad de absorción del concreto patrón. ....	85
Figura 31. Certificado del ensayo de velocidad de absorción del concreto con Sika WT-200P. ....	85
Figura 32. Certificado del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto patrón. ....	85
Figura 33. Certificado del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto con Sika WT-200P. ....	85
Figura 34. Fotografía del ensayo de peso unitario del agregado grueso. ....	85
Figura 35. Fotografía del ensayo de granulometría del agregado fino. ....	85
Figura 36. Fotografía del ensayo de contenido de humedad del agregado fino. ....	85
Figura 37. Fotografía de la elaboración del concreto. ....	85
Figura 38. Fotografía de la elaboración de probetas. ....	85
Figura 39. Fotografía del grupo de probetas de concreto con Sika WT-200P. ....	85
Figura 40. Fotografía del ensayo de resistencia a la compresión del concreto mediante rotura de probetas. ....	85

## RESUMEN

La investigación que se presenta fue desarrollada en la ciudad de Trujillo, haciendo uso de un diseño cuasi experimental; logrando determinar la influencia del aditivo Sika WT-200P en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas. El muestreo utilizado fue de tipo no probabilístico, y, la observación y guía de observación sirvieron como técnica e instrumento de recolección de datos respectivamente; asimismo, la estadística descriptiva y la estadística inferencial sirvieron como técnicas para el análisis de datos. La problemática se basa en la necesidad de tecnologías que impermeabilicen el concreto de estructuras sometidas a grandes esfuerzos como las hidráulicas, permitiendo mejorar su comportamiento durante el desarrollo de su vida útil, aumentando su durabilidad y reduciendo su mantenimiento; por ello, se diseñaron dos tipos de concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , siendo uno patrón y uno con aditivo Sika WT-200P al 1%, a los que se les evaluó su comportamiento en las propiedades de resistencia a la compresión, velocidad de absorción y profundidad de penetración de agua bajo presión; logrando demostrar que el aditivo empleado mejora la resistencia a la compresión del concreto y reduce su permeabilidad, pasando de una permeabilidad media a una permeabilidad baja gracias a la clasificación que brinda la norma técnica colombiana NTC 4483.

**Palabras clave:** concreto, resistencia a la compresión, permeabilidad, estructuras hidráulicas.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

El concreto es el material de construcción más demandado a nivel mundial gracias a sus características como duración, trabajabilidad y resistencia; las mismas que pueden variar debido a muchos factores antes, durante y después de realizada la mezcla. Este material se usa para la construcción de un sinnúmero de infraestructuras, desde viviendas unifamiliares hasta edificios esbeltos, incluso para la construcción de estructuras sometidas a grandes esfuerzos como las hidráulicas, las cuales requieren de tecnologías que impermeabilicen el concreto, obteniendo una membrana impermeable capaz de mejorar su comportamiento durante el desarrollo de su vida útil, aumentando su durabilidad y reduciendo su mantenimiento. Dentro de estas tecnologías se tienen a los aditivos impermeabilizantes por cristalización ofrecidos por las diferentes empresas dedicadas a la fabricación de estos productos, destinados a concretos utilizados en estructuras que se encuentran en contacto directo con el agua.

En Chile, Tominic & Figueroa (2012), comentan que los elementos de concreto suelen tener normalmente contacto con suelos y aguas, los mismos que pueden presentar sustancias naturales solubles que en concentraciones determinadas supondrían un peligro para dicho material. El ataque que sufre el concreto inicia por la difusión de soluciones agresivas a través de la red de capilares y de las fisuras presentes, por lo que un factor relevante para asegurar su durabilidad es la impermeabilidad. Frente a este problema, en los últimos años se han agregado diferentes productos químicos, entre ellos, los aditivos impermeabilizantes por cristalización; los mismos que reaccionan con la cal libre, el hidróxido de calcio y el agua presente en el concreto cuyo objetivo es formar cristales microscópicos para ocupar el vacío de los poros y grietas existentes.

En Ecuador, Rodríguez (2015), indica que se obliga a la investigación de productos que resulten efectivos frente a la necesidad de impedir el paso de la humedad a través del concreto en elementos de este material presentes en diferentes obras como centros comerciales, industrias, piscinas, etc; ya que el uso del concreto tiene ciertas desventajas, entre ellas la permeabilidad, la misma que surge por las fisuras existentes debidas a las contracciones generadas durante el tiempo de fraguado. El uso de aditivos resulta una buena opción ante lo mencionado, minimizando los daños que se presentan constantemente; por otra parte, resultan más eficientes que impermeabilizaciones externas ya que a largo plazo incrementan el costo de las construcciones.

En el mismo país, dos años más tarde, Cargua (2017), comenta que existen dos tipos de aditivos impermeabilizantes por cristalización muy usados y son de membrana interna y membrana externa en elementos estructurales, por lo que asegura que es de suma importancia estudiar y analizar cuál de los dos tipos de aditivos mencionados sellan de mejor manera la porosidad presente en el concreto y qué tan profundo puede llegar según su aplicación; asimismo, para él resulta importante también realizar una comparación de costos con la finalidad de saber la viabilidad completa de cada producto.

Por otra parte, en Perú, Barreda & Cahuata (2018), aseguran que las estructuras hidráulicas necesitan de tecnologías que impermeabilicen al concreto, puesto que se trata de un material poroso con fisuras microscópicas, y a pesar que hace varios siglos se hizo uso de materiales finos como la cal, sílices, cenizas volantes, etc. para tal tarea; actualmente se hace con ayuda de aditivos químicos como pinturas, selladores, membranas, sin embargo, no ofrecen garantía alguna de impermeabilización, pues el concreto presenta internamente fisuras, las mismas que fueron producidas por diversos factores por lo que la vida útil de la estructura disminuye.

En nuestra región también existen referencias; una de ellas es la investigación de Cruz & Medina (2019), quienes nos comentan que el Perú es un país que posee diversos climas, razón por la que la ejecución de obras se enfrenta a distintos escenarios y por ello se busca la mejora en el comportamiento del concreto. Además, nos comentan también que las estructuras hidráulicas son de mucha importancia en el aprovechamiento de los recursos hídricos, siendo necesaria su durabilidad, ya que se encuentran expuestas a diferentes agentes que por efecto de la permeabilidad ingresan al concreto, causando graves daños a la estructura. Por lo expuesto, los autores recomiendan prever esta problemática y lograr una relativa impermeabilidad en los elementos de concreto con la finalidad de darles una mayor durabilidad.

En nuestro país, todo lo concerniente a concreto es controlado por las Normas Técnicas Peruanas (N.T.P.), a través de sus procedimientos establecidos para cada ensayo. Por otra parte, para el tema de permeabilidad se recurrirá a dos normas extranjeras; la primera será la ASTM C1585, para determinar la absorción; y la segunda será la norma española UNE-EN 12390-8, para determinar la profundidad de penetración de agua bajo presión. Tomicic & Figueroa (2012), concluyeron que el aditivo de impermeabilización por cristalización que emplearon mejoró la resistencia a la compresión del concreto a edades tempranas, sin embargo, a mediano plazo no se aprecia una diferencia significativa respecto a los concretos sin aditivo. Además, concluyeron que a mediano plazo la incorporación del aditivo mejora las propiedades asociadas a la disminución de capilares y poros; siendo las principales vías de ingreso de agentes agresivos al concreto. Por último, para el ensayo de penetración de agua bajo presión se evidencia un significativo incremento de impermeabilidad en los concretos donde se incorporó el aditivo respecto a los concretos patrón.

Rodríguez (2015), comenta que se debe tener cuidado con la aplicación de los aditivos reductores de permeabilidad, pues como efecto colateral pueden modificar la resistencia del concreto. Sin embargo, pudo demostrar que los aditivos por cristalización son efectivos y la efectividad empieza luego de 28 días de fundición, logrando sellar la porosidad y fisuras existentes; por todo ello, concluye que este aditivo ayuda a minimizar los problemas de filtración en cualquier obra que se desee.

Cargua (2017), concluye en primer lugar que la incorporación de un aditivo impermeabilizante por cristalización mejora la resistencia y permeabilidad del concreto; por otra parte, luego de comparar los aditivos de impermeabilización por cristalización de membrana interna, es decir el que se mezcla con el concreto, y el de membrana externa, es decir el de aplicación con brocha o soplete; logra concluir que el aditivo de membrana interna brinda una impermeabilización más profunda en la longitud de penetración, logrando clasificarse como baja permeabilidad.

Barreda & Cahuata (2018), concluyen que el uso de un aditivo impermeabilizante por cristalización no altera la resistencia a la compresión del concreto; asimismo, basándose en sus resultados obtenidos, concluyen también que una estructura de contención de agua puede ponerse en funcionamiento en un periodo no menor a tres días luego de su vaciado.

Cruz & Medina (2019), concluyeron que la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto se ven influenciados por diversos factores, entre ellos la relación agua/cemento, el tipo y porcentaje de aditivo impermeabilizante, y el tipo de cemento empleado, es por ello que recomiendan tener en cuenta dichos factores al momento de elaborar el concreto.

En base a los estudios analizados anteriormente, se evidencia que la adición de un aditivo impermeabilizante por cristalización influye positivamente en la permeabilidad y en la

resistencia a la compresión del concreto, por esa razón, se realiza el presente estudio, con el fin de enriquecer los antecedentes en cuanto a este tema, dejando como modelo para futuras investigaciones y/o aplicaciones en estructuras hidráulicas a nivel local y nacional.

Sika (s.f.). comenta que las estructuras hidráulicas necesitan cumplir con un requisito principal y es el de poseer un grado de estanqueidad y de permeabilidad baja; esto con el fin de conservar y optimizar la vida útil de las estructuras. También, indica que la impermeabilización protege las estructuras de concreto ante la infiltración de agua, la misma que puede causar daños costosos e irreversibles.

Es pertinente realizar una investigación sobre la influencia de los aditivos impermeabilizantes por cristalización en las propiedades del concreto, puesto que es de gran importancia para la construcción de estructuras en contacto con agua. Una característica de la impermeabilización por cristalización es la capacidad de auto sellado de fisuras; los aditivos reaccionan con la humedad creándose millones de cristales que sellan los poros y grietas, la cual bloquea el paso del agua a través de los huecos capilares. En las condiciones secas estos químicos permanecerán inactivos, y se reactivan cuando vuelven a ser expuestos nuevamente a la humedad, aunque sea después de años. (Fernández & Huamán, 2019). Las consecuencias de no realizar esta investigación serían en primer lugar, que no se dejaría evidencia del desempeño del aditivo impermeabilizante Sika WT-200P en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto; por otra parte, este estudio no podría ser considerado como referencia para futuras investigaciones.



## 1.2. Antecedentes de la investigación

Cargua (2017), se planteó como objetivo comprobar los niveles de recubrimiento y de impermeabilidad utilizando membrana interna y externa en el concreto. La metodología que siguió fue de tipo experimental, debido a que se propuso elaborar probetas con un concreto de resistencia  $280 \text{ kg/cm}^2$ , el mismo que se utiliza en elemento estructurales. Dichas probetas estuvieron constituidas por concretos elaborados con aditivos impermeabilizantes de membrana interna y externa; así como con 3 tipos de cemento. Los resultados que Cargua encontró en su investigación muestran que el aditivo de membrana interna presenta una impermeabilización más profunda que los de membrana externa, sin embargo, ambos obtienen permeabilidades bajas; por otro lado, el cemento que, en conjunto con el aditivo de membrana interna, arrojó los mejores valores fue el de tipo HS. Por todo lo mencionado anteriormente, el autor logra concluir que la incorporación de un aditivo impermeabilizante por cristalización logra modificar favorablemente las propiedades de resistencia y permeabilidad del concreto. (p.56).

Esta investigación nos deja como aporte que, de los dos métodos utilizados para impermeabilizar concreto, el de membrana interna resulta más favorable; por otro lado, la utilización de cualquiera de estos dos métodos supone una mejora en la resistencia a la compresión y flexión de concreto, así como de su permeabilidad respecto a un concreto patrón.

Rodríguez (2015), tuvo como objetivo determinar la eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil. La metodología utilizada fue experimental ya que, mediante ensayos de laboratorio, se aplicaron estos

aditivos en las mezclas para elaborar concreto, con la finalidad de medir la permeabilidad y registrar los comportamientos frente a agentes externos e internos en probetas evaluadas a edades de 14 y 28 días; para de esa manera determinar las ventajas y desventajas que supone cada método. Los resultados que Rodríguez encontró en su investigación muestran que al 1% de impermeabilizante por cristalización, las probetas reducen su resistencia a la compresión conforme aumenta la edad de curado y al 5% se mantiene constante; por otra parte, los aditivos de impermeabilización externa demostraron disminución en la humedad, disminución en cuanto a presencia de hongos, filtraciones, aumenta la durabilidad necesitando poco o ningún mantenimiento. Por todo lo anterior, el autor concluye que los aditivos de impermeabilización externa son los más recomendados para el recubrimiento y protección del concreto respecto a los impermeabilizantes por cristalización, ya que estos últimos ayudan contra las filtraciones, pero repercute negativamente en otras propiedades. (p.71).

El aporte que nos deja esta investigación, en contraste con la anterior, es que, de los dos métodos utilizados para impermeabilizar concreto, el de impermeabilización externa resulta más favorable; por otra parte, se evidencia que ambos métodos son efectivos; sin embargo, para Rodríguez el hacer uso de un impermeabilizante por cristalización supone modificar negativamente otras propiedades.

Tominic & Figueroa (2012), se plantearon como objetivo investigar sobre el desempeño de hormigones con aditivos de impermeabilización por cristalización, particularmente el grado de mejoramiento de las propiedades de durabilidad, interesando especialmente verificar la efectividad de este tipo de aditivos en hormigones elaborados con cementos de origen nacional, cementos portland puzolánicos. La metodología que usaron fue

experimental debido a la realización de ensayos de laboratorio para evaluar la durabilidad y las características de los concretos elaborados con aditivos impermeabilizantes. Los resultados que Tominić y Figueroa encontraron en su estudio muestran que el aditivo utilizado aumentó la resistencia a la compresión a edades tempranas, sin embargo, a mediano plazo las resistencias obtenidas son similares a las obtenidas por el concreto patrón; además, a mediano plazo se observa también que los concretos elaborados con aditivo impermeabilizante por cristalización mejoran las propiedades en cuanto a la disminución de capilares y poros, los mismos que significan un peligro para los elementos elaborados con el material en mención. Con respecto a la penetración de agua bajo presión hidrostática, los resultados muestran un aumento significativo de impermeabilidad a edades tempranas para los concretos elaborados con el aditivo en estudio. Finalmente, en cuanto a la durabilidad del concreto, se observó que el aditivo impermeabilizante por cristalización mejora las características como la absorción capilar y el índice de vacíos permeables en los especímenes confeccionados con cemento portland puzolánico. Por todo lo evidenciado, los autores llegan a la conclusión que es posible reducir la permeabilidad de concretos, al incorporar un aditivo de impermeabilización por cristalización, además, éste mejora su comportamiento frente a ataques internos. (p.99).

Fernández & Huamán (2019), tuvieron como objetivo evaluar la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización Aquafin para la reducción de la permeabilidad del concreto y como incrementa en la resistencia a la compresión en el concreto  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>. La metodología que emplearon fue de tipo cuasi experimental, la cual consistió en evaluar un total de 40 probetas de concreto  $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup> divididos en grupos, donde

cada uno contiene porcentajes diferentes de aditivos y otro sin ellos. Los resultados que Fernández y Huamán encontraron muestran que, para el ensayo de asentamiento, la adición del aditivo impermeabilizante genera que el concreto se vuelva menos trabajable; además, con respecto a la resistencia a la compresión, se observó que a los 28 días de curado se obtienen valores mayores para los concretos con aditivo, encontrando como porcentaje óptimo la dosificación de 1%. Finalmente considerando la misma dosificación, en cuanto a los ensayos de absorción, se logra una reducción de 6.90%; y en cuanto al índice de vacíos, se logra una reducción de 5.88%. Por todo lo que encontraron, los autores logran concluir que, la incorporación de un aditivo impermeabilizante por cristalización en el concreto genera disminución de su trabajabilidad, aumento significativo de su resistencia con una dosificación de 1%, así como una reducción de la absorción e índice de vacíos considerando el mismo porcentaje. (p.75).

Esta investigación nos deja en primer lugar, aporte en cuanto al desempeño en estado fresco del concreto, evidenciando que el asentamiento disminuye cuando se adiciona un aditivo impermeabilizante a la mezcla; sin embargo, su comportamiento en estado endurecido aumenta significativamente; finalmente, se logra el objetivo de reducir la absorción e índice de vacíos; todo ello a una adición de 1%.

Barreda & Cahuata (2018), se plantearon como objetivo evaluar la reducción de la permeabilidad del concreto con la utilización de un aditivo impermeabilizante por cristalización en estructuras hidráulicas. La metodología que emplearon fue de tipo experimental, la misma que consistió en la aplicación procedimientos normados para determinar la permeabilidad del concreto y el autosellado de fisuras. Los resultados que

Barreda y Cahuata encontraron muestran que, utilizando una relación agua/cemento de 0.35, el concreto elaborado con aditivo impermeabilizante por cristalización presenta mejor comportamiento para las propiedades de absorción capilar y porosidad; pero en cuanto al ensayo de penetración de agua a presión, lo hace el de relación agua/cemento de 0.45. Para el caso de la resistencia a la compresión, observan una leve mejora con la relación de 0.35 para la edad de 28 día de curado. Después de analizar los resultados evidenciados, los autores concluyen que, las propiedades del concreto varían según la relación agua/cemento utilizada en su diseño, asimismo, la incorporación de un impermeabilizante por cristalización mejora la absorción capilar y la porosidad, sin embargo, no hay un cambio significativo en beneficio de la resistencia a la compresión; finalmente, concluyen también que, es posible poner en servicio la estructura de contención de agua en un periodo no menor a tres días luego de su vaciado. (p.130).

Esta investigación nos deja como aporte que un impermeabilizante por cristalización no evidencia una mejora significativa sobre la resistencia a la compresión del concreto, sin embargo, si cumple con su propósito de mejorar la absorción capilar y la porosidad; sin embargo, un factor que también se debe tener en cuenta es la relación agua/cemento utilizada en el diseño, no solo por la trabajabilidad que pueda generar, sino porque también repercute en las propiedades finales.

Gutiérrez & Salazar (2015), tuvieron como objetivo determinar la permeabilidad en las obras hidráulicas de Lima Metropolitana aplicando los aditivos Sika WT – 100 y Sika WT – 200 a los diseños de concreto. La metodología que ellos usaron obedece a una metodología experimental, la misma que consistió en el ensayo de probetas cilíndricas con dos diámetros diferentes; de las cuales 144 fueron de 4”x8”, 48 fueron de 6”x6”;

asimismo, 64 fueron patrón, 64 con aplicación de Sika WT-100 y 64 con aplicación de Sika WT-200. Los resultados que Gutiérrez y Salazar encontraron muestran que, para la resistencia a la compresión del concreto, al adicionar el aditivo Sika WT-100 se obtiene un valor promedio equivalente al 96% del concreto patrón; mientras que con Sika WT-200, se obtiene el 103% a la misma edad de ensayo. En cuanto al ensayo de profundidad de penetración bajo presión de agua, el concreto con Sika WT-200 presenta mejores resultados, logrando reducciones promedio de 20% a 40% sin afectar su resistencia. Y, en cuanto a la permeabilidad, el concreto elaborado con Sika WT-200 es el que arroja los mejores resultados independientemente de la relación agua/cemento usada. Por todo lo enumerado anteriormente, los autores concluyen que el aditivo reductor de permeabilidad Sika WT-200 es el que genera mejores resultados, ya que la permeabilidad disminuye en las diferentes relaciones agua/cemento usadas, pero la resistencia a la compresión del concreto no se ve afectada.

El aporte que nos deja este estudio es que, entre ambos aditivos empleados de la misma marca, los autores logran evidenciar que los mejores resultados de permeabilidad sin perjudicar la resistencia a la compresión son arrojados por el concreto con Sika WT-200, siendo el mismo producto a utilizar en la presente investigación.

### **1.3. Bases teóricas**

#### **1.3.1. Concreto**

Es un material artificial cuyos elementos principales son el agregado fino, agregado grueso, cemento y agua; por otra parte, tiene los aditivos necesarios para asignarlo de alguna peculiaridad puntual. Asimismo, este producto se clasifica en concreto simple,

concreto armado y concreto estructural; habiendo para cada uno de ellos una serie de ventajas y desventajas en específico. (Camac, 2018).

### **1.3.1.1. Componentes del concreto.**

#### **a) Cemento**

El término cemento hace referencia a un material aglomerante, el mismo que posee propiedades de adherencia y cohesión capaces de unir fragmentos de minerales entre sí, cuya finalidad es la de formar un todo resistente y durable. (Molina, 2006).

#### **b) Agregados**

Los agregados, debido al volumen importante que ocupan en el concreto, son fundamentales en la economía, durabilidad y estabilidad de las obras. Dicho volumen consta entre el 65% al 85% para el concreto hidráulico, entre 92% al 96% para el concreto asfáltico, y entre el 75% al 90% para pavimentos. Estos materiales se dividen de acuerdo al tamaño de sus partículas, donde, aquellas pasantes por la malla N°4 y retenidas en la N°200 se clasifican como agregado fino; y aquellas retenidas en el tamiz N°4, como agregado grueso. Los agregados pueden ser de origen natural o artificial. (Gutiérrez, 2003).

#### **c) Agua**

Al agua que se encuentra contenida en el concreto en estado fresco se denomina agua de mezclado, cuya cantidad es empleada en el cálculo de la relación agua/cemento. Este componente permite la hidratación del cemento, por ende, su trabajabilidad y compactación. El agua seleccionada para el mezclado deberá cumplir con criterios normados de su composición y por ningún motivo se podrá emplear aguas ácidas, carbonatadas, con residuos industriales o con cualquier otra sustancia que suponga un peligro al tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad de volumen. (Gutiérrez & Salazar, 2015).

#### **d) Aditivos**

Los aditivos son incorporados al concreto, generalmente durante su elaboración, con la finalidad de, modificar alguna propiedad para adecuarlo más ante algún trabajo específico solicitado; mejorar su trabajabilidad para facilitar el vaciado de los elementos; mejorar el rendimiento, transporte y puesta en obra; así como lograr una mejora en la economía a causa de cambios en la proporción de la mezcla. (Vergara, 2018).

##### - Aditivos impermeabilizantes por cristalización

Este tipo de aditivo posee una única propiedad, la de crear una indisoluble red capilar cristalina en los poros del concreto húmedo que cierran definitivamente el ingreso a las moléculas de agua a través de ellos. Esta agua que quedó retenida en las microfisuras y capilares del concreto, gracias a una reacción química, es transformada en cristales, logrando hacer desaparecer progresivamente la humedad contenida. (Rodríguez, 2015).

#### **1.3.1.2. Curado del concreto.**

El curado es un proceso que permite controlar y mantener al concreto a una humedad favorable y a un óptimo contenido, mientras los materiales cementantes se hidratan con la finalidad de desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. Dicho proceso debe realizarse inmediatamente después de dar el acabado y luego que la superficie del concreto haya perdido el brillo propio del agua de la exudación. (Loya, 2018).

#### **1.3.1.3. Propiedades mecánicas del concreto.**

##### **a) Resistencia a la compresión**

Es la propiedad a la que mayor importancia se le da, debido a que el concreto demuestra una alta resistencia a este esfuerzo. Se basa en la resistencia que ejercen las partículas de agregado y la adherencia entre la pasta cementante y los agregados; teniendo como principales factores que pueden afectarlo a la relación agua/cemento, el curado y la edad. Se habla de un concreto



de resistencia normal cuando éste no supera los 42Mpa; por otra parte, de uno de alta resistencia al superar los 42Mpa, pero no los 100MPa; y, de ultra alta resistencia al superar los 100MP a los 28 días. (Reyes & Rodríguez, 2010). El ensayo consiste en la aplicación de una carga de compresión axial a las probetas cilíndricas elaboradas o extraídas por diamantinas según su respectivo procedimiento normado. El resultado final es calculado mediante una división entre la carga máxima alcanzada en el ensayo y el área de la sección transversal del espécimen. (NTP.339.034, 2015).

### **1.3.2. Diseño de mezcla**

Es el proceso donde se seleccionan los agregados adecuados a emplear en el concreto, logrando determinar las cantidades y requerimientos específicos de trabajabilidad, resistencia y dureza. Hoy en día existen mezclas diseñadas para las que sus especificaciones se ajustan a límites establecidos, como la relación agua/cemento, resistencia mínima, trabajabilidad mínima, etc. Se puede hablar de un proporcionamiento adecuado cuando el concreto logra una correcta trabajabilidad, además, resulta resistente, durable y económico. (Muciño & Santa Ana, 2017).

#### **1.3.2.1. Método ACI 211.**

Es uno de los métodos más utilizados y consta de los siguientes pasos:

- a) Selección del revenimiento.
- b) Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- c) Cantidad de agua de mezclado y contenido de aire.
- d) Selección de la relación agua/cemento.
- e) Contenido de cemento.
- f) Estimación del contenido de grava.
- g) Estimación del contenido de arena.

- h) Ajustes por humedad de los agregados.
- i) Ajustes de las mezclas de prueba.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cómo influye el aditivo Sika WT-200P en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas, en Trujillo 2021?

#### **1.5. Objetivos**

##### ***1.5.1. Objetivo general***

Determinar la influencia del aditivo Sika WT-200P en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas, Trujillo 2021.

##### ***1.5.2. Objetivos específicos***

O.E.1. Realizar la caracterización de agregados.

O.E.2. Realizar dos diseños de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , uno para el concreto patrón (sin aditivo), y otro para el concreto con el aditivo Sika WT-200P.

O.E.3. Determinar la resistencia a la compresión del concreto empleando probetas cilíndricas curadas a edades de 3, 7, 28 y 56 días; siguiendo la NTP.339.034.

O.E.4. Determinar la velocidad de absorción del concreto siguiendo los parámetros de la norma ASTM C1585.

O.E.5. Determinar la profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto siguiendo los parámetros de la norma española UNE-EN 12390-8:2009.

O.E.6. Realizar la prueba de hipótesis y determinar si el aditivo Sika WT-200P influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto.

#### **1.6. Hipótesis**

El aditivo Sika WT-200P influye positivamente en la resistencia a la compresión de concretos para estructuras hidráulicas, en la ciudad de Trujillo, 2021.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### 2.1.1. Según el propósito

La investigación que se presenta, según el propósito, corresponde a una investigación aplicada o conocida también como empírica, debido a que se aplicaran conocimientos que lograron ser adquiridos gracias a investigaciones básicas previas.

#### 2.1.2. Según el diseño

La investigación que se presenta, según el diseño, corresponde a una investigación experimental, debido a que, de manera intencional se manipulará la variable independiente con el objeto de conocer la repercusión sobre las variables dependientes en estudio.

### 2.2. Diseño de investigación

En cuanto a esta clasificación, nos encontramos frente a una investigación cuasi experimental debido a que, en ella, los grupos de sujetos de estudio no pueden ser asignados de manera aleatoria; resultando de esa manera el siguiente esquema:

Tabla 1.

*Diseño de investigación.*

Grupo	Tratamiento	Pos prueba
G.E.: Probetas cilíndricas	X: Concreto con adición del 1% de aditivo Sika WT-200P	O1: Resistencia a la compresión. O2: Permeabilidad. O3. Resistencia a la compresión.
G.C.: Probetas cilíndricas	Concreto sin aditivo	O4. Permeabilidad.

Fuente: Propia.

Donde:

G.E.: Grupo experimental.

G.C.: Grupo control.

X: Tratamiento.

O: Pos test.

## **2.3. Variables**

### **2.3.1. Aditivo Sika WT-200P**

Es un aditivo impermeabilizante que actúa por cristalización con la finalidad de reducir la permeabilidad del concreto y auto-sellar sus microfisuras. Sika WT-200P es un producto formado a partir de la mezcla de cementos, amino alcoholes y fillers; posee beneficios como la reducción de la penetración de agua bajo presión, reduce la absorción de agua, mejora la resistencia al ataque químico, reduce la transmisión de vapor, y realza las propiedades de auto-sellado. (Sika S.A. Chile, 2018).

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

El ensayo consiste en la aplicación de una carga de compresión axial a las probetas cilíndricas elaboradas o extraídas por diamantinas según su respectivo procedimiento normado. El resultado final es calculado mediante una división entre la carga máxima alcanzada en el ensayo y el área de la sección transversal del espécimen. (NTP.339.034, 2015).

### 2.3.3. Permeabilidad del concreto

Esta propiedad hace referencia a la cantidad en que el agua u otras sustancias líquidas migran a través de los poros del concreto en un determinado periodo de tiempo; de tal manera que se pueden formar cavidades y grietas por contracción plástica durante el tiempo de fraguado. (Vélez, 2010).

Tabla 2.

*Matriz de clasificación de variables*

Variables	Clasificación				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Formas de medición
Aditivo Sika WT-200P	Independiente	Cuantitativa continua	Razón	Adimensional	Directa
Resistencia a la compresión del concreto	Dependiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Permeabilidad del concreto	Dependiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Propia.

### 2.3.4. Operacionalización de variables

Tabla 3.

Matriz de operacionalización de la variable dependiente resistencia a la compresión.

Variable	Definición	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.D.: Resistencia a la compresión del concreto.	Es la propiedad a la que más importancia se le da, debido a que el concreto demuestra una alta resistencia a este esfuerzo. Se basa en la resistencia que ejercen las partículas de agregado y la adherencia entre la pasta cementante y los agregados; teniendo como principales factores que pueden afectarlo a la relación a/c, el curado y la edad. (NTP.339.034, 2015).	El ensayo consiste en la aplicación de una carga de compresión axial a las probetas cilíndricas elaboradas o extraídas por diamantinas según su respectivo procedimiento normado. El resultado final es calculado mediante una división entre la carga máxima alcanzada en el ensayo y el área de la sección transversal del espécimen. (NTP.339.034, 2015).	Caracterización de los agregados	Propiedades de los agregados	TMN, %h, Pe, %Abs, PUC	Guías de observación
			Diseño de mezcla	Pesos húmedos	kg	
			Resistencia a la compresión promedio 3, 7, 28 y 56 días	f'c	kg/cm <sup>2</sup>	
			Prueba de hipótesis	Normalidad, varianza y posprueba	significancia	

Fuente: Propia.

Tabla 4.

*Matriz de operacionalización de la variable dependiente permeabilidad.*

Variable	Definición	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.D.: Permeabilidad del concreto.	La permeabilidad del concreto tiene mucha relevancia cuando se habla de la durabilidad del mismo, ya que si un concreto tiene una permeabilidad alta éste se vuelve vulnerable a los ataques químicos en su matriz y aún más dañinos e importantes los ataques químicos sobre el refuerzo de acero en su interior, teniendo como consecuencia lógica el no cumplimiento de las propiedades y características para los cuales fue diseñada la estructura. (Barreda & Cahuata, 2018).	Esta propiedad hace referencia a la cantidad en que el agua u otras sustancias líquidas migran a través de los poros del concreto en un determinado periodo de tiempo; de tal manera que se pueden formar cavidades y grietas por contracción plástica durante el tiempo de fraguado. (Vélez, 2010)	Permeabilidad	Velocidad de absorción	mm/s	Guías de observación
			Permeabilidad	Profundidad de penetración de agua bajo presión	mm	

Fuente: Propia.

Tabla 5.

*Matriz de operacionalización de la variable independiente.*

Variable	Definición	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.I.: Aditivo Sika WT-200P.	Sika WT-200P es un producto formado a partir de la mezcla de cementos, amino alcoholes y fillers; posee beneficios como la reducción de la penetración de agua bajo presión, reduce la absorción de agua, mejora la resistencia al ataque químico, reduce la transmisión de vapor, y realza las propiedades de auto-sellado. (Sika S.A. Chile, 2018).	Sika WT-200P es un aditivo impermeabilizante que actúa por cristalización con la finalidad de reducir la permeabilidad del concreto y auto-sellar sus microfisuras. (Sika S.A. Chile, 2018).	-	1%	-	-

Fuente: Propia.



## **2.4. Población y muestra**

### **2.4.1. Población**

La población está conformada por todos los concretos para estructuras hidráulicas en la ciudad de Trujillo durante el año 2021.

### **2.4.2. Muestra**

La muestra que empleará la presente investigación estará constituida por especímenes cilíndricos, cuya longitud será de 4"x8" (100mm x 200mm) en cumplimiento con la NTP.339.033 para la resistencia a la compresión, la misma que nos indica que las probetas deberán ser coladas y fraguadas verticalmente. Para el ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto, la ASTM C1585 nos indica las mismas dimensiones; sin embargo, para el ensayo de permeabilidad del concreto, la norma española UNE-EN 12390-8:2009 nos indica que los cilindros deben ser de 6"x12" (150mm x 300mm).

#### **2.4.2.1. Técnica de muestreo**

La muestra que empleará esta investigación será de tipo no probabilístico, mediante la evaluación de juicio por experto a cargo del ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz, especialista en tecnología del concreto.

#### **2.4.2.2. Tamaño de muestra**

El experto ya mencionado, determinó en consideración a su experiencia, realizar 03 probetas a edades de curado de 3, 7, 28 y 56 días, para el ensayo de resistencia a la compresión, haciendo un total de 24 probetas como tamaño de muestra para este ensayo. Adicionalmente, para el ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto, planteó elaborar

02 probetas para la norma ASTM C1585. Finalmente, 02 probetas de dimensiones 6"x12" para el ensayo de permeabilidad del concreto en consideración de la norma española UNE-EN 12390-8:2009. Esta información se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 6.

*Total de probetas a realizar para el ensayo de resistencia a la compresión.*

<b>Tipo</b>	<b>Diseño de concreto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Edad de curado</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Dimensiones de probetas</b>	<b>N° de probetas</b>
		3			3
Concreto patrón	210	7	Resistencia a la compresión	4" x 8"	3
		28			3
		56			3
Concreto con Adición del 1% de Sika WT-200P	210	3	Resistencia a la compresión	4" x 8"	3
		7			3
		28			3
		56			3
<b>Sub Total 1 de probetas</b>					<b>24</b>

Fuente: Propia.

Tabla 7.

*Total de probetas a realizar para el ensayo de velocidad de absorción.*

<b>Tipo</b>	<b>Diseño de concreto (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Dimensiones de probetas</b>	<b>N° de probetas</b>
Concreto patrón	210	Velocidad de absorción del concreto / ASTM C1585	4" x 8"	1

Concreto con Adición del 1% de Sika WT-200P	210	Velocidad de absorción del concreto / ASTM C1585	4" x 8"	1
<b>Sub total 2 de probetas</b>				<b>2</b>

Fuente: Propia.

Tabla 8.

*Total de probetas a realizar para el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión.*

Tipo	Diseño de concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo	Dimensiones de probetas	N° de probetas
Concreto patrón	210	Profundidad de penetración de agua bajo presión / UNE-EN 12390-8:2009	6" x 12"	1
Concreto con Adición del 1% de Sika WT-200P	210	Profundidad de penetración de agua bajo presión / UNE-EN 12390-8:2009	6" x 12"	1
<b>Sub total 3 de probetas</b>				<b>2</b>

Fuente: Propia.

## 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 2.5.1. Técnica de recolección de datos

La investigación que se presenta tendrá a la observación como técnica de recolección de datos, pues gracias a ella se observarán las características y condiciones que muestra cada probeta de estudio.

### **2.5.2. Instrumento de recolección de datos**

La investigación que se presenta se apoyará de la guía de observación como instrumento para recolectar datos; elaborando una para la información de cada variable dependiente arrojada en su ensayo correspondiente.

### **2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos**

En la investigación que se presenta se validarán los instrumentos de recolección de datos, mencionados anteriormente, gracias a la firma del ingeniero Alberto Vásquez Díaz, debido a su trayectoria y conocimiento en tecnología del concreto; siempre y cuando considere que se cumple con lo que se necesita representar.

### **2.5.4. Análisis de datos**

La investigación que se presenta hará uso de dos técnicas, la primera será la estadística descriptiva, pues gracias a las tablas y gráficos estadísticos se tendrá una mejor representación de los resultados; por otra parte, utilizará la estadística inferencial con la finalidad de conocer el comportamiento de una población determinada gracias a una información previa proporcionada.

#### **2.5.4.1. Análisis de distribución normal.**

La presente investigación hará uso de la prueba Shapiro-Wilk para conocer la normalidad de los datos, debido a que se tiene un tamaño de muestra “n” menor a 50; asimismo, por plantear un nivel de confianza del 95%, se considerará para esta prueba una significancia del 5%.

#### ***2.5.4.2. Análisis de varianza.***

Si se demuestra que los datos anteriormente analizados se distribuyen de manera normal, se analizará la varianza haciendo uso de la prueba paramétrica Anova de un factor, considerando una significancia del 5%.

#### ***2.5.4.3. Definición de hipótesis nula e hipótesis alternativa.***

La investigación que se presenta plantea como hipótesis nula ( $H_0$ ) y como hipótesis alternativa ( $H_a$ ) las que se enumeran a continuación:

- $H_0$ : El aditivo Sika WT-200P no influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas.
- $H_a$ : El aditivo Sika WT-200P influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas.

Tabla 9.

*Pruebas para el análisis de datos.*

<b>Análisis de distribución normal</b>	<b>Análisis de varianza</b>
Shapiro-Wilk	Anova de un factor

Fuente: Propia.

#### ***2.5.5. Instrumento de análisis de datos***

La investigación que se presenta hará uso del software Microsoft Excel con la finalidad de ordenar los resultados de los comportamientos de cada variable; asimismo, usará el software estadístico IBM SPSS Statistics para cada procedimiento del análisis de datos ya enumerado anteriormente.

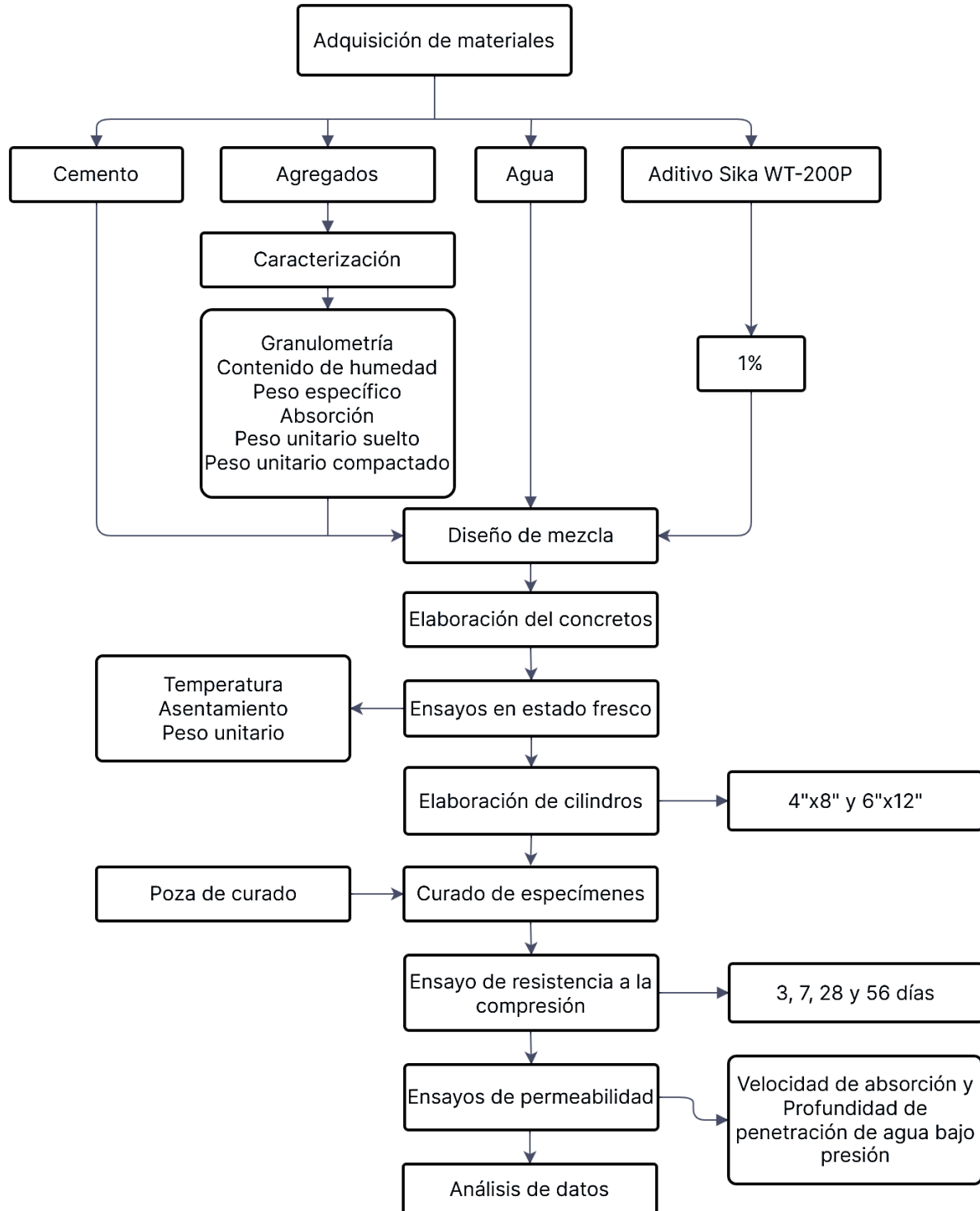
## **2.6. Aspectos éticos**

Como parte de la ética, esta investigación realizará los procedimientos para cada ensayo siguiendo las respectivas normativas vigentes en un laboratorio certificado, a fin de dar fe de la veracidad de los resultados; asimismo, se pondrán en práctica cuatro principios fundamentales de la ética como son: la beneficencia, la no maleficencia, la autonomía y la justicia; durante todo su desarrollo.

## 2.7. Procedimiento

Figura 1.

*Procedimiento de la presente investigación.*



Fuente: Propia.

### ***2.7.1. Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso***

Para el desarrollo de este ensayo se seguirá el procedimiento establecido en la NTP.400.012, el mismo que consta de los siguientes pasos:

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Seleccionar los tamices con tamaños adecuados, tal que se proporcione la información que solicitan las especificaciones del material a ensayar. Encajar los tamices seleccionados de manera decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el primer tamiz. Agitar los tamices de forma manual o con ayuda de un aparato mecánico durante un periodo de tiempo establecido en la norma.
- Limitar la cantidad de material sobre el tamiz empleado, logrando que todas las partículas puedan alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación del tamizado.
- Continuar con el tamizado durante el tiempo necesario para que no más del 1% de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 minuto de tamizado manual.
- Determinar la cantidad de material que pasa, así como el total retenido y el retenido sobre cada tamiz; todo expresado en porcentaje y al 0.1% más cercano de la masa seca inicial de la muestra.
- Calcular el módulo de finura a través de una suma conformada por la cantidad de material acumulado retenido, expresado en porcentaje, de los siguientes tamices: N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, 3/8", 3/4", 1 1/2"; finalmente, dicha suma dividirla sobre 100.



### **2.7.2. Humedad del agregado fino y agregado grueso**

Para el desarrollo de este ensayo se seguirá el procedimiento establecido en la NTP.339.185, el mismo que consta de los siguientes pasos:

- Establecer la cantidad de material a ensayar con una precisión de 0.1%.
- Secar completamente el material empleado en el recipiente haciendo uso de alguna fuente de calor, pero sin perder las partículas que lo conforman.
- Considerar a la muestra como suficientemente seca cuando la fuente de calor empleada pueda causar pérdida de masa adicional por debajo de 0.1%.
- Determinar la masa del material seco empleado con una aproximación de 0.1%.
- Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$P = \frac{100 (W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D = Masa de la muestra seca en gramos.

### **2.7.3. Peso unitario del agregado fino y agregado grueso**

Para el desarrollo de este ensayo se seguirán los procedimientos establecidos en la NTP.400.017, los mismos que constan de los siguientes pasos:

#### **2.7.3.1. Peso unitario suelto.**

- Llenar el recipiente hasta el reboce con una pala o cucharón, vaciando el material desde una altura no mayor a los 50mm sobre el borde superior del mismo. Nivelar la superficie

del agregado con los dedos o espátula haciendo que la proyección leve de partículas cubra los vacíos mayores existentes.

- Determinar la masa del recipiente lleno de material, y la masa del recipiente vacío; registrar dichos valores con una exactitud de 0.05kg.
- Determinar el peso unitario suelto aplicando la siguiente fórmula:

$$PUSC = \frac{G_c - T}{V}$$

Donde:

PUSC = Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>).

G<sub>c</sub> = Peso del recipiente lleno de muestra (kg).

T = Peso del recipiente vacío (kg).

V = Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>).

### **2.7.3.2. Peso unitario compactado.**

- Llenar un tercio del total del recipiente y nivelar la superficie con los dedos. Apisonar uniformemente la capa de agregado con 25 golpes con la varilla lisa. Llenar a los 2 tercios del total y repetir el proceso mencionado. Por último, llenar el recipiente a sobre-volumen y apisonar nuevamente como lo ya indicado. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o espátula haciendo que la proyección leve de partículas cubra los vacíos mayores existentes.
- Determinar la masa del recipiente lleno de material, y la masa del recipiente vacío; registrar dichos valores con una exactitud de 0.05kg.
- Determinar el peso unitario compactado aplicando la siguiente fórmula:

$$PUSC = \frac{G_c - T}{V}$$

Donde:

PUSC = Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>).

G<sub>c</sub> = Peso del recipiente lleno de muestra (kg).

T = Peso del recipiente vacío (kg).

V = Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>).

#### **2.7.4. *Peso específico y absorción de los agregados***

Para el desarrollo de estos ensayos se seguirán los procedimientos establecidos por dos normativas. Para el caso del agregado fino se seguirá la NTP.400.022; y para el agregado grueso la NTP.400.021, estando constituidas por los siguientes pasos:

##### **2.7.4.1. *Peso específico y absorción del agregado fino.***

- Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Llenar el picnómetro con 500g ± 10g de agregado fino y completar hasta el 90% de su capacidad con agua. Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro con la finalidad de desaparecer las burbujas de aire.
- Retirar el agregado fino del picnómetro y secarlo en el horno a una masa constante a temperatura de 110°C ± 5°C, enfriar a temperatura ambiente durante 1h ± 1/2h y determinar la masa.
- Determinar la masa del picnómetro lleno hasta su capacidad de calibración con agua a 23°C ± 2°C.
- Determinar la densidad y la absorción del agregado fino haciendo uso de las siguientes fórmulas:

$$Pe = 997.5 \left[ \frac{A}{B + S - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[ \frac{S - A}{A} \right] * 100$$

Donde:

Pe = Peso específico.

A = Peso de la muestra seca (g).

B = Peso del frasco lleno de agua hasta la marca de calibración (g).

S = Peso de la arena en estado SSS (g).

C = Peso del frasco lleno con agua y arena (g).

#### **2.7.4.2. Peso específico y absorción del agregado grueso.**

- Secar el material a ensayar en una estufa hasta lograr una masa constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , y enfriar a temperatura ambiente entre 1 a 3 horas. Posteriormente sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente durante  $24\text{h} \pm 4\text{h}$ .
- Retirar el material del agua y secarlo con ayuda de un paño absorbente, haciéndolo rodar hasta que las partículas de agua no sean visibles. Determinar la masa del material ensayado cuya superficie se encuentra en estado saturado seco. Anotar ésta y todas las masas siguientes cercanas a 0.5g ó 0.05% de la masa de la muestra.
- Colocar el material saturado superficialmente seco, inmediatamente después de haber determinado la masa en aire, en el recipiente del material y determinar su masa aparente en agua a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ .
- Secar el material ensayado en la estufa hasta una masa constante, a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , luego, enfriar en aire a temperatura ambiente durante un periodo de 1h a 3h, y determinar la masa.

- Determinar la densidad y la absorción del agregado grueso haciendo uso de las siguientes fórmulas:

$$Pe = 997.5 \left[ \frac{A}{B - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[ \frac{B - A}{A} \right] * 100$$

Donde:

Pe = Peso específico.

A = Peso de la muestra seca (g).

B = Peso de la muestra SSS, en el aire (g).

C = Peso sumergido de la muestra SSS (g).

### **2.7.5. Diseño de mezcla**

La investigación que se presenta obtendrá las cantidades de cada material a emplear en la elaboración del concreto gracias al diseño de mezcla según el método ACI 211.

### **2.7.6. Ensayos del concreto en estado fresco**

#### **2.7.6.1. Temperatura del concreto.**

Para el desarrollo de este ensayo se seguirá el procedimiento establecido en la NTP.339.184, el mismo que consta de los siguientes pasos:

- Colocar el termómetro en el concreto fresco sumergiéndolo como mínimo 75mm. Hacer una leve presión del concreto alrededor del termómetro para garantizar que la temperatura ambiente no altere el resultado.

- Dejar el termómetro según lo indicado en el paso anterior durante mínimo 2 minutos, pero no exceder los 5; posteriormente, tomar lectura y registrar la temperatura con una precisión de 0.5°C. Tener cuidado y no retirar el termómetro durante la lectura.

#### **2.7.6.2. Asentamiento del concreto.**

Para el desarrollo de este ensayo se seguirá el procedimiento establecido en la NTP.339.035, el mismo que consta de los siguientes pasos:

- Humedecer el molde y la superficie plana, rígida y no absorbente sobre la que se colocará. Fijar firmemente el molde humedecido en su lugar durante el tiempo que demore su llenado, pisando las aletas o asegurando las abrazaderas a la placa de la base y mantener siempre limpio el perímetro. Llenar el molde con concreto en tres capas de volúmenes iguales. El vaciado se realiza moviendo el cucharón alrededor del perímetro del molde, de tal manera que se asegure la distribución con la mínima segregación.
- Cada capa vaciada se compacta aplicando 25 golpes con la barra lisa compactadora, dichos golpes deben ser distribuidos uniformemente en toda la sección de la capa. En la primera capa se debe inclinar ligeramente la barra y aplicar la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en forma de espiral hacia el centro de la sección. Cada capa será compactada en todo su espesor; y, en la segunda y tercera capa se deberá introducir la barra lisa ligeramente en la capa inmediata anterior.
- Llenar la última capa en exceso y enrasar rodando la barra lisa compactadora sobre el borde superior del molde. Retirar inmediatamente el molde, levantándolo vertical y cuidadosamente a una altura de 300mm en  $5s \pm 2s$  de forma ascendente firme. Todo el procedimiento descrito deberá hacerse sin interrupción y en tiempo no mayor de 2.5min.

- Medir el asentamiento, el cual consiste en la diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado.

### **2.7.6.3. Peso unitario del concreto.**

Para el desarrollo de este ensayo se seguirá el procedimiento establecido en la NTP.339.046, el mismo que consta de los siguientes pasos:

- Seleccionar el método de consolidación del concreto en base a su asentamiento donde, para concretos con asentamiento mayor a 75mm, se deberá aplicar el método de apisonado; por otra parte, si el asentamiento resulta entre 25mm a 75mm, se deberá aplicar el método de apisonado o vibrado y; finalmente, para concretos con asentamiento menor de 25mm, se deberá aplicar el método de vibrado.
- Vaciar el concreto en el recipiente de medición usando la cuchara descrita por norma, moviéndola alrededor del perímetro interno del recipiente con la finalidad de distribuir homogéneamente el concreto y con la mínima segregación.
- Vaciar el concreto en el recipiente de medición en tres capas del mismo volumen. Apisonar con 25 golpes cada capa usando la barra compactadora para recipientes de 14L o menores; y con 50 golpes cuando se utilicen recipientes de 28L. Apisonar la primera capa a través de todo su espesor sin golpear fuertemente el fondo del recipiente. En la segunda y tercera capa la barra compactadora deberá introducirse 25mm aproximadamente en la capa anterior. Golpear con el mazo de goma los lados del recipiente entre 10 a 15 veces luego de que cada capa haya sido apisonada.
- Llenar la capa final de tal forma que no exista un exceso sustancial o falta de concreto, un exceso de 3mm debe ser el óptimo.

- Alisar la superficie del recipiente con la placa de alisado de manera que quede nivelado y lleno. Realizar varios golpes en el borde del plato para obtener una superficie lisa.
- Limpiar el exceso de concreto adherido a las paredes exteriores del recipiente y determinar su masa.
- Calcular el peso unitario del concreto en kilogramos aplicando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Donde:

Pu = Peso unitario del concreto.

Mc = Masa del recipiente de medida lleno de concreto.

Mm = Masa del recipiente vacío.

Vm = Volumen del molde.

### ***2.7.7. Ensayos del concreto en estado endurecido***

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

Para el desarrollo de este ensayo se seguirá el procedimiento establecido en la NTP.339.034, el mismo que consta de los siguientes pasos:

- Proteger los cilindros de la pérdida de humedad por cualquier método durante del periodo entre el retiro de las probetas de la poza de curado y el ensayo; puesto que deben estar en condición húmeda para ser ensayados.
- Colocar el bloque de rotura inferior con la cara hacia arriba sobre la platina de la máquina de compresión directamente bajo el bloque de apoyo del asiento esférico superior.
- Limpiar las caras de contacto inferior y superior de los bloques y las de la probeta cilíndrica a ensayar, posteriormente colocarlo sobre el bloque inferior de rotura.



- Alinear los ejes del cilindro con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.
- Aplicar compresión hasta observar que la carga disminuye constantemente y la probeta ensayada presenta un patrón de fractura definido.
- Registrar el valor de carga máxima alcanzada por la probeta ensayada y anotar el tipo de fractura que se observa. De notar que la resistencia medida es menor que lo esperado, examinar la fractura del espécimen y notar la evidencia de segregación, y la presencia de grandes vacíos de aire.
- Calcular el valor de resistencia a la compresión de cada probeta haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{F}{A}$$

Donde:

$f'c$  = Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

F = Fuerza aplicada por la prensa de ensayo (kg).

A = Área de la sección transversal del espécimen (cm<sup>2</sup>).

### **2.7.7.2. Absorción de agua del concreto.**

Para el desarrollo de este ensayo se seguirá el procedimiento establecido en la norma ASTM C1585 - 04, la misma que consta de los siguientes pasos:

- Marcar la parte central de una probeta de 100mmx200mm y luego 50mm hacia arriba y 50mm hacia debajo de dicha marca. Cortar la probeta por las marcas realizadas, obteniendo un total de 4 discos de los cuales servirán para el ensayo los dos centrales.

- Introducir los discos de concreto en una cámara de vacío con la finalidad de extraer todo el aire existente dentro del recipiente, durante un periodo de 3 horas para eliminar todas las burbujas existentes en la muestra.
- Colocar 20g de bromuro de potasio y 25g de agua destilada en el interior de un desecador a una temperatura de 50°C y agitar uniformemente hasta obtener la solución saturada de bromuro de potasio, la que permitirá controlar una humedad relativa del 80%.
- Colocar una base agujereada en la parte central del desecador de tal manera que ésta impida un contacto directo con la solución preparada, pero a la vez permita purificar de mejor manera los poros existentes en las muestras.
- Llevar el desecador al horno a una temperatura de 50°C por un periodo de reposo de 3 días. Una vez retirado el desecador de la estufa, colocar los discos de concreto en bolsas herméticas y dejar reposar a temperatura ambiente por un periodo de 15 días. Una vez cumplidos los 15 días, retirar los discos de las bolsas herméticas y recubrir con cinta de embalaje todas las caras de los discos excepto la que estará expuesta al agua durante el ensayo y pesar cada uno de los discos a ensayar.
- Colocar en un recipiente de vidrio unos tarugos fijos a la base para tener una mejor visualización del ensayo y agregar agua hasta lograr que los discos se humedezcan solo 2mm. Colocar los discos de concreto sobre los tarugos y dejar por un tiempo de 1 minuto.
- Retirar el disco del recipiente y pesarlos ubicando la cara expuesta en la parte superior. Este proceso es repetitivo para cada uno de los discos a ensayar respetando los tiempos establecidos por norma, siendo de 1, 5, 10, 20, 30 y 60 minutos; 2, 3, 4, 5 y 5 horas; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 días.
- Calcular la absorción aplicando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{mt}{a * d}$$

Donde:

I = Absorción.

mt = Cambio en la masa de la muestra en el momento “t” (g).

a = Área expuesta de la muestra (mm<sup>2</sup>).

d = Densidad del agua (g/mm<sup>3</sup>).

### 2.7.7.3. Profundidad de penetración de agua bajo presión.

Para el desarrollo de este ensayo se seguirá el procedimiento establecido en la norma española UNE-EN 12390-8:2009, la misma que consta de los siguientes pasos:

- Pesar una hoja de papel y anotar el resultado en gr. con nomenclatura (Mp).
- Calcular el área del papel pesado en base a sus dimensiones medidas en mm., cuya nomenclatura será denotada como Ap.
- Apoyar la hoja de papel sobre la cara partida de la probeta y marcar el frente de penetración. Recortar el perímetro exterior siguiendo el dibujo antes marcado de tal manera que se obtenga una reproducción del frente de penetración. Pesar dicha reproducción en una balanza y anotar el resultado cuya nomenclatura será Mpf.
- Calcular el área definida por el frente de penetración aplicando la siguiente fórmula:

$$A_{pf} = \frac{(A_p * M_{pf})}{M_p}$$

- Calcular finalmente la profundidad media de penetración aplicando la siguiente fórmula:

$$P_m = \frac{A_{pf}}{d}$$

Donde:

Pm = Profundidad media de penetración (mm).

Apf = Área del frente de penetración (mm<sup>2</sup>).

d = diámetro del espécimen (mm).

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Caracterización de agregados

Tabla 10.

*Caracterización del agregado fino.*

<b>AGREGADO FINO – ARENA GRUESA ZARANDEADA</b>			
<b>Ensayo</b>	<b>U.M.</b>	<b>Norma</b>	<b>Resultado</b>
Contenido de humedad	%	N.T.P.339.185	0.6
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	N.T.P.400.022	2.64
Absorción	%	N.T.P.400.022	1.0
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	N.T.P.400.017	1623
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	N.T.P.400.017	1877
Módulo de finura	-	N.T.P.400.012	2.94

Se muestra el total de ensayos realizados para el agregado fino, correspondiente a una arena gruesa zarandeada, indicando los resultados y las normativas que se siguieron para su desarrollo.

Fuente: Propia.

Tabla 11.

*Caracterización del agregado grueso.*

<b>AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA ¾"</b>			
<b>Ensayo</b>	<b>U.M.</b>	<b>Norma</b>	<b>Resultado</b>
Contenido de humedad	%	N.T.P.339.185	0.5
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	N.T.P.400.021	2.74
Absorción	%	N.T.P.400.021	1.1
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	N.T.P.400.017	1460
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	N.T.P.400.017	1648
Módulo de finura	-	-	6.81

Se muestra el total de ensayos realizados para el agregado grueso, correspondiente a una piedra chancada de TMN de ¾ perteneciente a un Huso 67, indicando los resultados y las normativas que se siguieron para su desarrollo.

Fuente: Propia.

### 3.2. Diseño de mezcla

Tabla 12.

*Diseño de mezcla del concreto patrón.*

Material	Volumen (m3)	Peso (kg/m3)	Tanda de 36L (kg)
Cemento	0.104	325.40	11.714
Agua	0.205	214.20	7.711
Agregado fino	0.310	823.31	29.639
Agregado grueso	0.361	993.70	35.773
Aire	0.020	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>2356.61</b>	<b>84.84</b>

Se muestran los pesos de los materiales a emplear por cada m3 de concreto patrón, los mismos que se hallaron siguiendo el método ACI 211; asimismo, se muestran los pesos proyectados para las tandas a realizar de 36 litros, ello en cumplimiento con el mínimo de 28 litros estipulados en la NTP.339.036.

Fuente: Propia.

Tabla 13.

*Diseño de mezcla del concreto con Sika WT-200P.*

Material	Volumen (m3)	Peso (kg/m3)	Tanda de 36L (kg)
Cemento	0.104	325.40	11.714
Agua	0.205	214.10	7.708
Agregado fino	0.306	812.69	29.257
Agregado grueso	0.361	993.70	35.773
Sika WT-200P	0.004	3.25	0.117
Aire	0.020	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>2349.14</b>	<b>84.57</b>

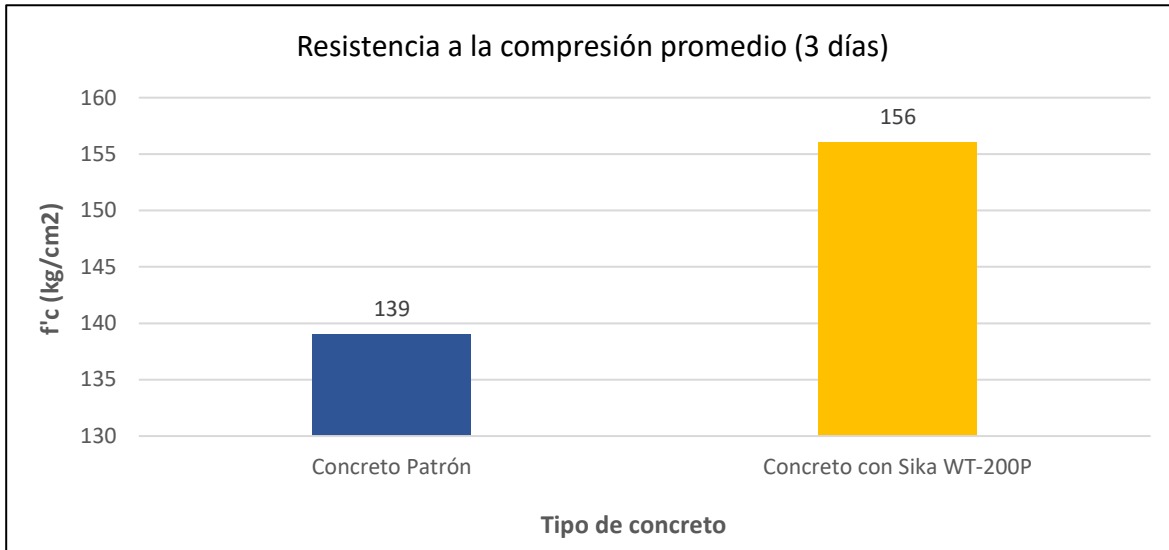
Se muestran los pesos de los materiales a emplear por cada m3 de concreto con Sika WT-200P, los mismos que se hallaron siguiendo el método ACI 211; asimismo, se muestran los pesos proyectados para las tandas a realizar de 36 litros, ello en cumplimiento con el mínimo de 28 litros estipulados en la NTP.339.036.

Fuente: Propia.

### 3.3. Resistencia a la compresión del concreto

Figura 2.

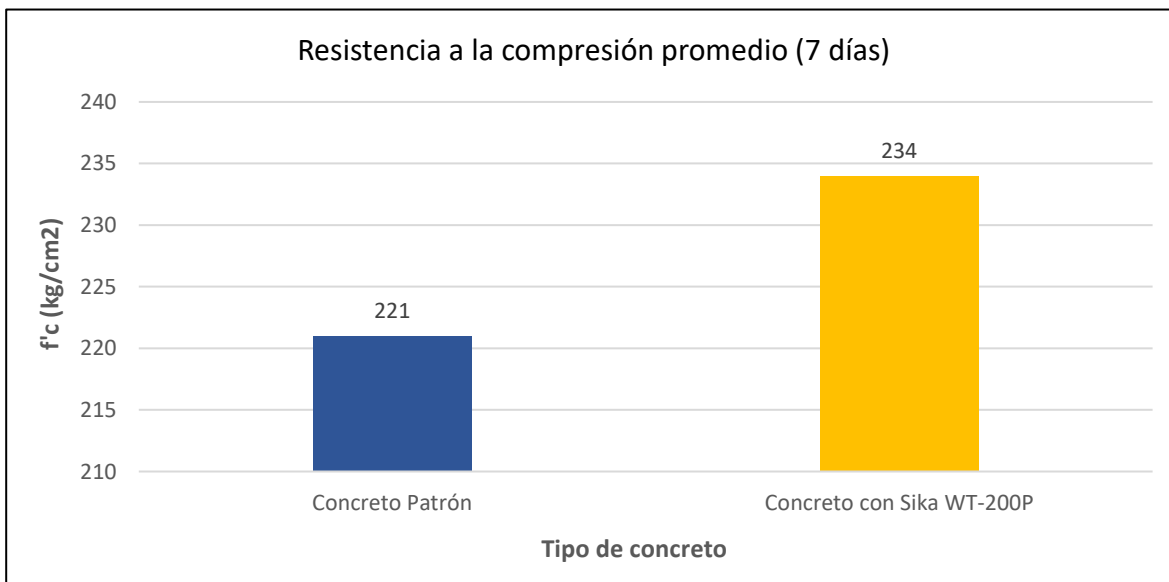
*Resistencia a la compresión promedio (3 días de curado).*



Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión alcanzados por los dos tipos de concreto a 3 días de curado, logrando observar que el concreto con adición del impermeabilizante Sika WT-200P obtuvo un valor de 156kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que los 139kg/cm<sup>2</sup> correspondientes al concreto patrón a esta edad.

Figura 3.

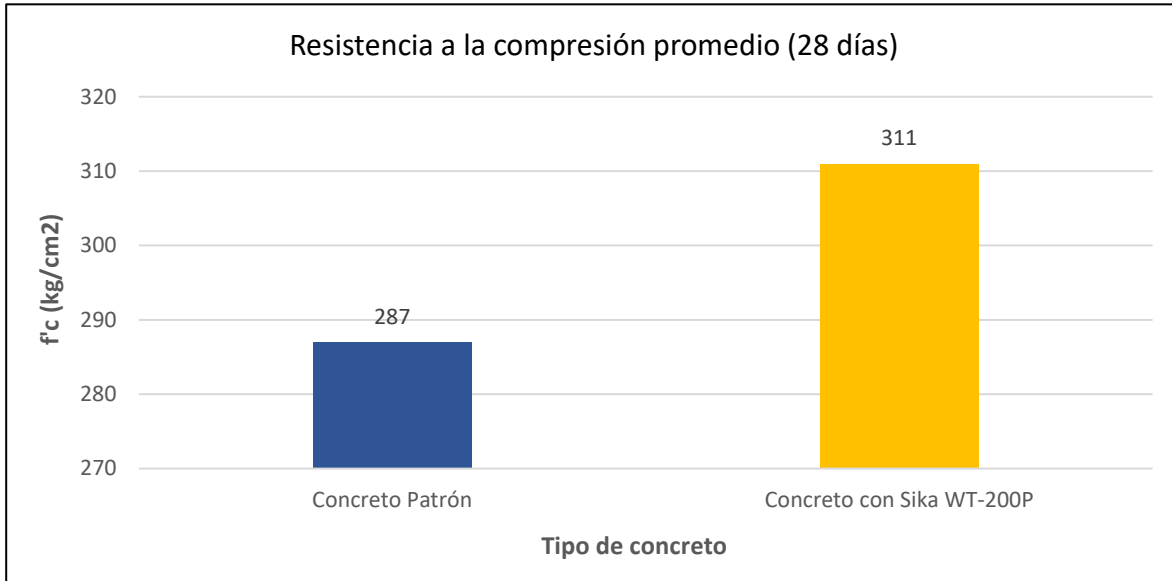
*Resistencia a la compresión promedio (7 días de curado).*



Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión alcanzados por los dos tipos de concreto a 7 días de curado, logrando observar que el concreto con adición del impermeabilizante Sika WT-200P obtuvo un valor de 234kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que los 221kg/cm<sup>2</sup> correspondientes al concreto patrón a esta edad

Figura 5.

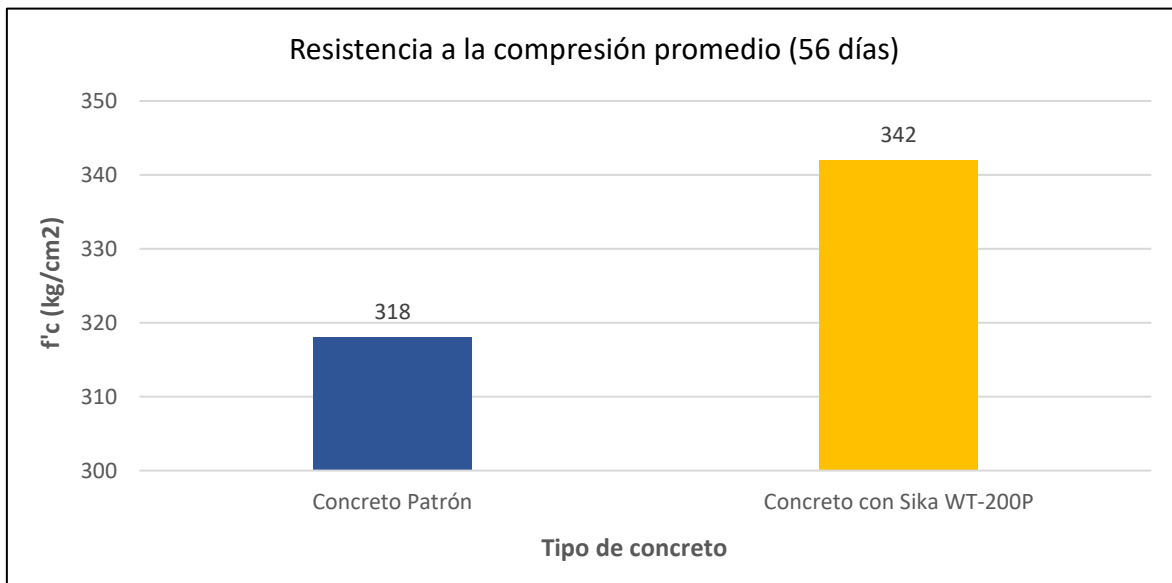
*Resistencia a la compresión promedio (28 días de curado).*



Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión alcanzados por los dos tipos de concreto a 28 días de curado, logrando observar que el concreto con adición del impermeabilizante Sika WT-200P obtuvo un valor de 311kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que los 287kg/cm<sup>2</sup> correspondientes al concreto patrón a esta edad.

Figura 4.

*Resistencia a la compresión promedio (56 días de curado).*

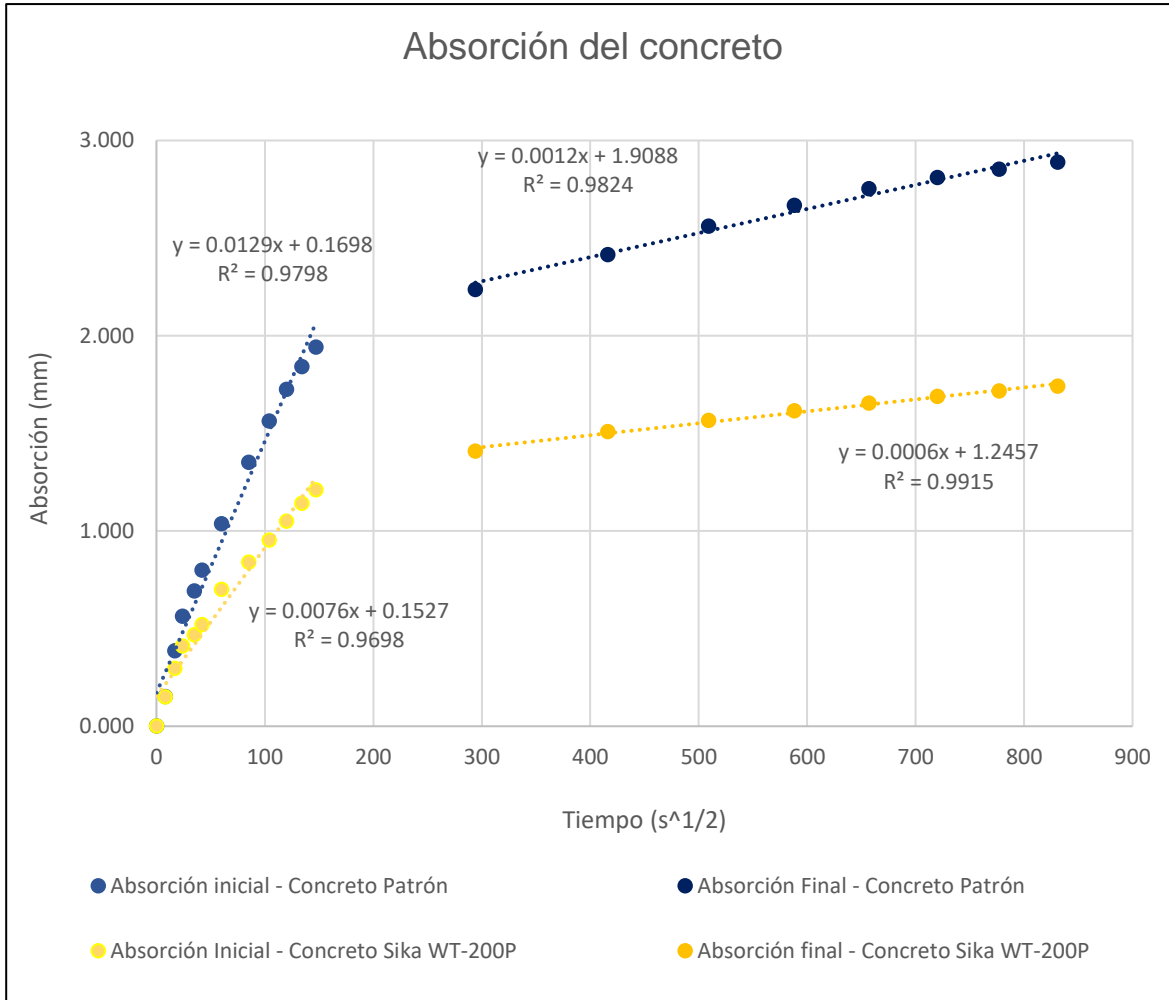


Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión alcanzados por los dos tipos de concreto a 56 días de curado, logrando observar que el concreto con adición del impermeabilizante Sika WT-200P obtuvo un valor de 342kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que los 318kg/cm<sup>2</sup> correspondientes al concreto patrón a esta edad.

### 3.4. Velocidad de absorción

Figura 6.

*Ensayo de velocidad de absorción del concreto.*



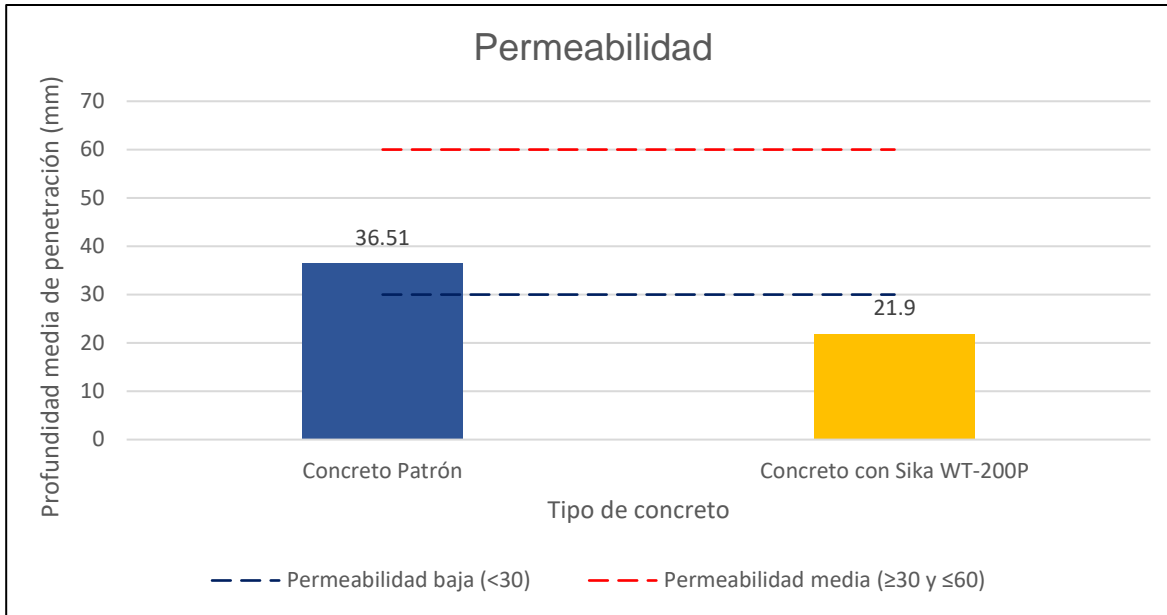
Se muestran los resultados obtenidos por el ensayo de absorción realizado a los dos tipos de concreto en estudio siendo el concreto patrón y el concreto con 1% de aditivo Sika WT-200P; logrando observar que existe una reducción en la absorción por parte del concreto con aditivo respecto al patrón, misma que se logra evidenciar desde la absorción inicial, que va desde el minuto 0 hasta las 6 horas, y se consolida en la absorción final que va desde el día 1 al día 8.



### 3.5. Profundidad de penetración de agua bajo presión

Figura 7.

*Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto.*



Se muestran los resultados obtenidos por el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión realizado a los dos tipos de concreto en estudio siendo el concreto patrón y el concreto con 1% de aditivo Sika WT-200P; asimismo, estos valores se clasificaron según la normativa colombiana NTC 4483, logrando observar que el concreto patrón se encuentra dentro del rango que lo califica como concreto de permeabilidad media con un valor de 36.51mm; por su parte, el concreto con aditivo se encuentra dentro del rango que lo califica como concreto de permeabilidad baja con un valor de 21.9mm.

### 3.6. Prueba de hipótesis

#### 3.6.1. Análisis de distribución normal

Tabla 14.

*Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 3 días de curado.*

Prueba de normalidad – Resistencia a la compresión a 3 días de curado			
Tipo de concreto	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl.	Significancia
Sika WT-200P (1%)	0,923	3	0,463
Patrón	0,923	3	0,843

Se muestra la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 3 días de curado, donde en base a su significancia, al ser mayor al 5% (0.05) podemos aceptar la hipótesis nula, la misma que indica que la muestra se distribuye de manera normal.

Fuente: Propia.

Tabla 15.

*Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.*

<b>Prueba de normalidad – Resistencia a la compresión a 7 días de curado</b>			
<b>Tipo de concreto</b>	<b>Shapiro - Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl.</b>	<b>Significancia</b>
Sika WT-200P (1%)	0,750	3	0,582
Patrón	1,000	3	1,000

Se muestra la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días de curado, donde en base a su significancia, al ser mayor al 5% (0.05) podemos aceptar la hipótesis nula, la misma que indica que la muestra se distribuye de manera normal.

Fuente: Propia.

Tabla 16.

*Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.*

<b>Prueba de normalidad – Resistencia a la compresión a 28 días de curado</b>			
<b>Tipo de concreto</b>	<b>Shapiro - Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl.</b>	<b>Significancia</b>
Sika WT-200P (1%)	0,942	3	0,537
Patrón	0,907	3	0,407

Se muestra la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días de curado, donde en base a su significancia, al ser mayor al 5% (0.05) podemos aceptar la hipótesis nula, la misma que indica que la muestra se distribuye de manera normal.

Fuente: Propia.

Tabla 17.

*Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 56 días de curado.*

<b>Prueba de normalidad – Resistencia a la compresión a 56 días de curado</b>			
<b>Tipo de concreto</b>	<b>Shapiro - Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl.</b>	<b>Significancia</b>
Sika WT-200P (1%)	0,938	3	0,520
Patrón	0,996	3	0,878

Se muestra la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 56 días de curado, donde en base a su significancia, al ser mayor al 5% (0.05) podemos aceptar la hipótesis nula, la misma que indica que la muestra se distribuye de manera normal.

Fuente: Propia.

### 3.6.2. Análisis de varianza

Tabla 18.

*Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 3 días de curado.*

<b>Anova de un factor – Resistencia a la compresión a 3 días de curado</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl.</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Significancia</b>
Inter-grupos	433,500	1	433,500	29,225	,006
Intra-grupos	59,333	4	14,833		
Total	492,833	5			

Se muestra la prueba paramétrica Anova de un factor realizada a la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 3 días, ello luego de comprobar la distribución normal de la muestra mediante la prueba anterior. En base a la significancia arrojada para esta edad, por ser menor al 5% (0.05), se acepta la hipótesis alternativa, la misma que indica que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

Fuente: Propia.

Tabla 19.

*Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.*

<b>Anova de un factor – Resistencia a la compresión a 7 días de curado</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl.</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Significancia</b>
Inter-grupos	266,667	1	266,667	30,769	,005
Intra-grupos	34,667	4	8,667		
Total	301,333	5			

Se muestra la prueba paramétrica Anova de un factor realizada a la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 7 días, ello luego de comprobar la distribución normal de la muestra mediante la prueba anterior. En base a la significancia arrojada para esta edad, por ser menor al 5% (0.05), se acepta la hipótesis alternativa, la misma que indica que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

Fuente: Propia.

Tabla 20.

*Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.*

<b>Anova de un factor – Resistencia a la compresión a 28 días de curado</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl.</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Significancia</b>
Inter-grupos	840,167	1	840,167	47,557	,002
Intra-grupos	70,667	4	17,667		
Total	910,833	5			

Se muestra la prueba paramétrica Anova de un factor realizada a la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, ello luego de comprobar la distribución normal de la muestra mediante la prueba anterior. En base a la significancia arrojada para esta edad, por ser menor al 5% (0.05), se acepta la hipótesis alternativa, la misma que indica que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

Fuente: Propia.

Tabla 21.

*Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 56 días de curado.*

<b>Anova de un factor – Resistencia a la compresión a 56 días de curado</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl.</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Significancia</b>
Inter-grupos	912,667	1	912,667	17,113	,014
Intra-grupos	213,333	4	53,333		
Total	1126,000	5			

Se muestra la prueba paramétrica Anova de un factor realizada a la variable resistencia a la compresión del concreto a la edad de 56 días, ello luego de comprobar la distribución normal de la muestra mediante la prueba anterior. En base a la significancia arrojada para esta edad, por ser menor al 5% (0.05), se acepta la hipótesis alternativa, la misma que indica que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

Fuente: Propia.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Los valores arrojados por los ensayos de resistencia a la compresión del concreto patrón y del concreto con aditivo Sika WT-200P fueron analizados estadísticamente haciendo uso del software IBM SPSS Statistics con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis planteada en la presente investigación; siendo así, se realizó en primer lugar el test de normalidad mediante la prueba Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de muestra “n” es menor a 50, logrando comprobar gracias a las significancias resultantes mayores a 5% (0.05), la distribución normal de la muestra, aceptando de esa forma la hipótesis nula propia de esta primera prueba. En segundo lugar y gracias a lo anteriormente mencionado, se realizó el análisis de varianza mediante la prueba paramétrica Anova de un factor, logrando comprobar en base a las significancias resultantes menores a 5% (0.05), que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa, aceptando de esa forma la hipótesis alternativa propia de esta prueba. Todo este procedimiento realizado permite validar la hipótesis planteada, la misma que nos dice que el aditivo Sika WT-200P influye positivamente en la resistencia a la compresión de concretos para estructuras hidráulicas, en la ciudad de Trujillo, 2021.

Se realizó la caracterización del agregado fino y el agregado grueso obtenidos de la cantera Quebrada El Leon, la misma que se encuentra ubicada en El Milagro, Huanchaco, Trujillo. Las primeras pruebas fueron para el agregado fino, empezando por el análisis granulométrico según la NTP.400.012, cuyos porcentajes pasantes se encuentran dentro de los límites estipulados por la NTP.400.037; por otra parte, su

módulo de finura fue de 2.94, cumpliendo con el rango entre 2.3 y 3.1 establecido en la norma ya mencionada, lo que la clasifica como una arena gruesa. Los demás ensayos realizados a este agregado no establecen límites o rangos aceptables, por lo que sus valores arrojados sirven directamente para la elaboración de los diseños de mezcla. De la misma forma, se realizaron pruebas para el agregado grueso, empezando por el análisis granulométrico según la NTP.400.012, observando que el primer peso retenido se encuentra en el tamiz de  $\frac{3}{4}$ ", convirtiéndose en su tamaño máximo nominal; además, sus porcentajes pasantes cumplen y se alinean a los límites de un agregado de Huso 67 establecidos en la NTP.400.037. Los demás ensayos realizados a este agregado no establecen límites o rangos aceptables, por lo que sus valores arrojados sirven directamente para la elaboración de los diseños de mezcla. Con los resultados obtenidos en la caracterización de los agregados, y con apoyo de la ficha técnica del cemento y del aditivo empleado se elaboraron dos diseños de mezcla, uno sin aditivo y uno con el aditivo Sika WT-200P al 1%, ambos proyectados para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y un asentamiento de consistencia plástica; logrando calcular los pesos de cada material a emplear por cada  $\text{m}^3$  de concreto, los mismos que fueron proyectados para tandas de 36 litros, ello con el fin de cumplir y satisfacer los 28 litros mínimos requeridos por la NTP.339.036, equivalentes a  $1\text{pie}^3$ . En las figuras N°2, N°3, N°4 y N°5 se evidencian los valores de resistencia a la compresión luego de haber ensayado los dos tipos de concreto en estudio a través de probetas cilíndricas a 3, 7, 28 y 56 días de curado; logrando observar que los concretos con incorporación del aditivo impermeabilizante por cristalización Sika WT-200P al 1% obtienen los mayores valores, para todas las edades, en comparación a los alcanzados por los concretos patrones; esto significa que si bien el principal objetivo del aditivo mencionado es otro, se demuestra que no

perjudica la resistencia del concreto y por el contrario, la beneficia. En la figura N°6 se aprecian los resultados del ensayo de velocidad de absorción siguiendo el procedimiento indicado en la norma ASTM C1585, logrando observar que existe una reducción en la absorción por parte del concreto con aditivo respecto al patrón, misma que se logra evidenciar desde la absorción inicial, que va desde el minuto 0 hasta las 6 horas, y se consolida en la absorción final que va desde el día 1 hasta el día 8. En la figura N°7 se aprecian los resultados del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión siguiendo el procedimiento indicado en la norma española UNE-EN 12390-8, logrando observar que el concreto con aditivo presenta una penetración menor a la alcanzada por el concreto patrón; asimismo, estos valores se clasificaron según la normativa colombiana NTC 4483, logrando observar que el concreto patrón se encuentra dentro del rango que lo califica como concreto de permeabilidad media; por su parte, el concreto con aditivo se encuentra dentro del rango que lo califica como concreto de permeabilidad baja; cabe precisar que el uso de la normativa colombiana mencionada obedece a que a nivel nacional no existe una que nos indique el grado de permeabilidad del concreto.

La presente investigación se planteó como objetivo principal determinar la influencia del aditivo Sika WT-200P en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas, Trujillo 2021; teniendo en cuenta algunos antecedentes, dentro de los cuales, se consideró primero a la investigación de Tominic y Figueroa (2012), quienes concluyeron que el aditivo de impermeabilización por cristalización que emplearon mejoró la resistencia a la compresión del concreto a edades tempranas, sin embargo, a mediano plazo no se aprecia una diferencia significativa respecto a los concretos sin aditivo. Además, para el ensayo de penetración de agua bajo presión

evidenciaron un significativo incremento de impermeabilidad en los concretos donde se incorporó el aditivo respecto a los concretos patrones; y todo ello, en comparación con el presente estudio, se puede decir que refuerza lo descrito para la variable resistencia a la compresión, ya que al igual que a ellos también se observaron mejoras, pero no solo a edades tempranas sino para todas las edades evaluadas, teniendo en cuenta que se consideró 56 días; por otra parte, gracias al ensayo de penetración de agua bajo presión se evidenció una reducción en la permeabilidad, pasando de permeabilidad media a permeabilidad baja según la clasificación de la NTC 4483.

Otro antecedente es la investigación de Rodríguez (2015), quien demuestra que los aditivos por cristalización son efectivos y la efectividad empieza luego de 28 días de fundición, logrando sellar la porosidad y fisuras existentes; por todo ello, concluye que este aditivo ayuda a minimizar los problemas de filtración en cualquier obra que se desee; y comparándola con la presente tesis, se demuestra gracias al ensayo de velocidad de absorción, que la efectividad del aditivo aparece desde edades tempranas y se consolida en las edades finales planteadas por la norma ASTM C1585.

Como siguiente antecedente se consideró la investigación de Cargua (2017), quien concluye en primer lugar que la incorporación de un aditivo impermeabilizante por cristalización mejora la resistencia y permeabilidad del concreto; por otra parte, luego de comparar los aditivos de impermeabilización por cristalización de membrana interna, es decir el que se mezcla con el concreto, y el de membrana externa, es decir el de aplicación con brocha o soplete; logra concluir que el aditivo de membrana interna brinda una impermeabilización más profunda en la longitud de penetración, logrando clasificarse como baja permeabilidad; todo ello, en comparación con el presente estudio,



ayuda a reforzarlo, pues al igual que Cargua también se logró demostrar en primer lugar que la adición de un aditivo impermeabilizante mejora la resistencia del concreto, por otra parte, al haber utilizado el aditivo Sika WT-200P siendo éste un aditivo de membrana interna, se refuerza el antecedente, pues ambos lograron calificar al concreto como de baja permeabilidad según la NTC 4483.

Otro antecedente es la investigación de Barreda y Cahuata (2018), quienes concluyeron que el uso de un aditivo impermeabilizante por cristalización no altera la resistencia a la compresión del concreto; asimismo, basándose en sus resultados obtenidos, concluyen también que una estructura de contención de agua puede ponerse en funcionamiento en un periodo no menor a tres días luego de su vaciado; sin embargo, el presente estudio contrasta con dichos autores, pues a diferencia de ellos, se evidenció estadísticamente una alteración en la resistencia a la compresión de los concretos con aditivo, generando un aumento que resulta beneficioso para la estructura.

Finalmente, como último antecedente considerado se tiene la investigación de Cruz y Medina (2019), quienes concluyeron que la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto se ven influenciados por diversos factores, entre ellos el tipo y porcentaje de aditivo impermeabilizante empleado, es por ello que recomiendan tener en cuenta dichos factores al momento de elaborar el concreto; sin embargo, en el presente estudio solo se tomó en cuenta un tipo de aditivo con un porcentaje específico y recomendado por la ficha técnica; por lo que para reforzar o contrastar lo mencionado por Cruz y Medina, se tendría que sobredosificar e incorporar otro tipo de aditivo que sea diferente al de membrana interna por cristalización; resultando ser materia de otro estudio.

La principal limitante presentada en esta investigación fue la búsqueda de alguna normativa nacional que clasificara al concreto según su permeabilidad; por lo que nos tuvimos que agenciar de una normativa colombiana, siendo la NTC 4483, misma que califica el grado de permeabilidad del concreto en base a los resultados arrojados por el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión siguiendo el procedimiento establecido en la norma española UNE-EN 12390-8.

En el presente estudio se logró evidenciar la influencia de un aditivo impermeabilizante por cristalización de membrana interna sobre dos propiedades del concreto, siendo éstas la resistencia a la compresión y la permeabilidad, ambas fundamentales si se habla de estructuras hidráulicas. La resistencia a la compresión del concreto se vio influenciada de manera positiva, aumentando los valores respecto al concreto sin aditivo y no solo a edades tempranas. Para la permeabilidad se consideró el ensayo de velocidad de absorción y profundidad media de penetración de agua bajo presión y con ayuda de la NTC 4483 se pudo evidenciar una reducción en esta propiedad, pasando de media a baja.

#### **4.2. Conclusiones**

- Se determinó la influencia del aditivo Sika WT-200P en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas, concluyendo que su incorporación en la mezcla genera un aumento en la resistencia a la compresión, para todas las edades evaluadas, en comparación con los valores alcanzados por el concreto patrón; por otra parte, ocasiona una reducción en cuanto a la absorción y profundidad de penetración de agua bajo presión, convirtiendo un concreto de permeabilidad media a un concreto de permeabilidad baja según los rangos de la NTC 4483.

- Se realizó la caracterización de los agregados obtenidos de la cantera que lleva por nombre Quebrada El León, ubicada en El Milagro, Huanchaco Trujillo; donde, con los resultados de los ensayos realizados al agregado fino correspondiente a una arena gruesa zarandeada y al agregado grueso correspondiente a piedra chancada de TMN  $\frac{3}{4}$ , se elaboraron dos diseños de mezcla; uno sin aditivo como concreto patrón y otro con 1% del aditivo impermeabilizante Sika WT-200P, ambos proyectados para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y una consistencia plástica.
- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto evaluando especímenes cilíndricos curados a las edades de 3, 7, 28 y 56 días; cuyos resultados permiten concluir que la incorporación del 1% del aditivo Sika WT-200P durante el mezclado genera un aumento en los valores arrojados respecto a los alcanzados por el concreto patrón para todas las edades consideradas.
- Se determinó la velocidad de absorción del concreto cuyos resultados permiten concluir que, la incorporación del 1% del aditivo Sika WT-200P durante el mezclado genera una reducción en esta propiedad respecto al comportamiento del concreto patrón, la misma que se logra evidenciar desde la absorción inicial, que va desde el minuto 0 hasta las 6 horas, hasta la absorción final que va desde el día 1 al día 8.
- Se determinó la profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto cuyos resultados permiten concluir que, la incorporación del 1% del aditivo Sika WT-200P durante el mezclado genera una reducción en esta propiedad respecto al comportamiento del concreto patrón; además, estos valores se clasificaron según la normativa colombiana NTC 4483, logrando observar que el concreto patrón se encuentra dentro del rango que lo califica como concreto de permeabilidad media con un valor de 36.51 mm y el concreto

con aditivo se encuentra dentro del rango que lo califica como concreto de permeabilidad baja con un valor de 21.9mm.

- Se realizó la prueba de hipótesis haciendo uso de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, y el análisis de varianza mediante la prueba Anova de un factor, logrando determinar estadísticamente que el aditivo Sika WT-200P influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto a 3, 7, 28 y 56 días de curado.

#### **4.3. Recomendaciones**

- Se recomienda a todos los involucrados e interesados en la construcción a utilizar el aditivo impermeabilizante por cristalización Sika WT-200P, ya que logró demostrar mejoras en la resistencia a la compresión y en la permeabilidad del concreto, siendo esta última una característica importante a ser tomada en cuenta en estructuras hidráulicas.
- Se recomienda a seguir el porcentaje de aditivo utilizado en la presente investigación para la elaboración del concreto, ya que la consideración de un porcentaje mayor o menor podría ser causante de resultados no deseados y perjudiciales para la estructura; o en su defecto, revisar la ficha técnica del producto e identificar qué otros porcentajes recomienda la empresa fabricadora.
- Se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil a investigar e incentivar la investigación, pues de esa forma se logrará demostrar el comportamiento de la unidad en estudio frente a diversos agentes o contextos; de tal manera que se permita dar inicio a nuevas líneas de investigación y dejar antecedentes a próximos estudios.

## REFERENCIAS

- ASTM C1585 – 04. (2007). Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes. Estados Unidos.
- Barreda Arias W. H. & Cahuata Mercado F. A. (2018). Evaluación de la permeabilidad del concreto utilizando aditivos impermeabilizantes por cristalización aplicado a estructuras hidráulicas de concreto armado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa – Peru.
- Camac Ramos, J. M. (2018). Influencia al incorporar vidrio de sosa, cal y sílice en la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Universidad Peruana Los Andes. Huancayo – Perú.
- Cargua Sánchez P. A. (2017). Análisis comparativo de impermeabilidad del hormigón mediante estudio experimental de aditivos por cristalización. Universidad Espíritu Santo. Guayas – Ecuador.
- Cruz León A. M. & Medina Romero B. A. (2019). Influencia de la relación agua – cemento, tipo de aditivo impermeabilizante y de cemento en la resistencia a compresión y para la permeabilidad en un concreto estructuras hidráulicas, Trujillo, 2018. Universidad Privada del Norte. Trujillo – Perú.
- Fernández Bello, G. & Huamán Quispe, J. C. (2019). Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , Carapongo, Lurigancho, Lima 2019. Universidad César Vallejo. Lima – Perú.

Gutiérrez de López, L. (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia.

Gutiérrez Sánchez, J. C. & Salazar Ramírez, J. D. I. (2015). Evaluación de la permeabilidad en diseños de concreto con el uso de aditivos Sika WT-100 y Sika WT-200 en obras hidráulicas de Lima Metropolitana. Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú.

Loya Olivera, L. F. (2018). Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco – Perú.

Molina Escobar, K. A. (2006). Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escorias de horno. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala – Guatemala.

Muciño Velez, A. & Santa Ana Lozada, P. (2017). Diseño de mezclas de concreto. Universidad Autónoma de México. Ciudad de México – México.

NTP.339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Perú.

NTP.339.035. (2014). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto del cemento portland. Perú.

NTP.339.046. (2014). Ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Perú.

NTP.339.184. (2014). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Perú.

NTP.339.185. (2014). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Perú.

NTP.400.012. (2014). Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global. Perú.

NTP.400.017. (2014). Método de ensayo para determinar es peso unitario del agregado. Perú.

NTP.400.021. (2014). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Perú.

NTP.400.022. (2014). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Perú.

NTP.400.037. (2014). AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Perú.

Reyes Bautista, J. S. & Rodríguez Pineda, Y. A. (2010). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Bucaramanga – Colombia.

Rodríguez S. C. (2015). Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil. Universidad Espíritu Santo. Guayas – Ecuador.

Sika (s.f.). Impermeabilización de estructuras. Sika Perú. Recuperado de: <https://per.sika.com/es/construccion/impermeabilizacion-estructuras.html>.

Sika. (2018). Hoja Técnica Sika de Sika WT-200P. Sika S.A. Santiago de Chile – Chile.

- Tominic Calvo, Y. & Figueroa Neicún M. (2012). Evaluación del desempeño de aditivos impermeabilizantes por cristalización como agentes promotores de la durabilidad del hormigón confeccionado con cementos pórtland puzolánicos. Universidad de Chile. Santiago de Chile - Chile.
- UNE-EN 12390-8. (2009). Ensayos de hormigón endurecido Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión. España.
- Vélez, L. (2010). Permeabilidad y porosidad en concreto. Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín – Colombia.
- Vergara Polo, B. D. (2018). Influencia de los aditivos plastificantes tipo a sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.



## ANEXOS

### ANEXO N°1. Desarrollo de tesis

#### - Granulometría de los agregados

Tabla 22.

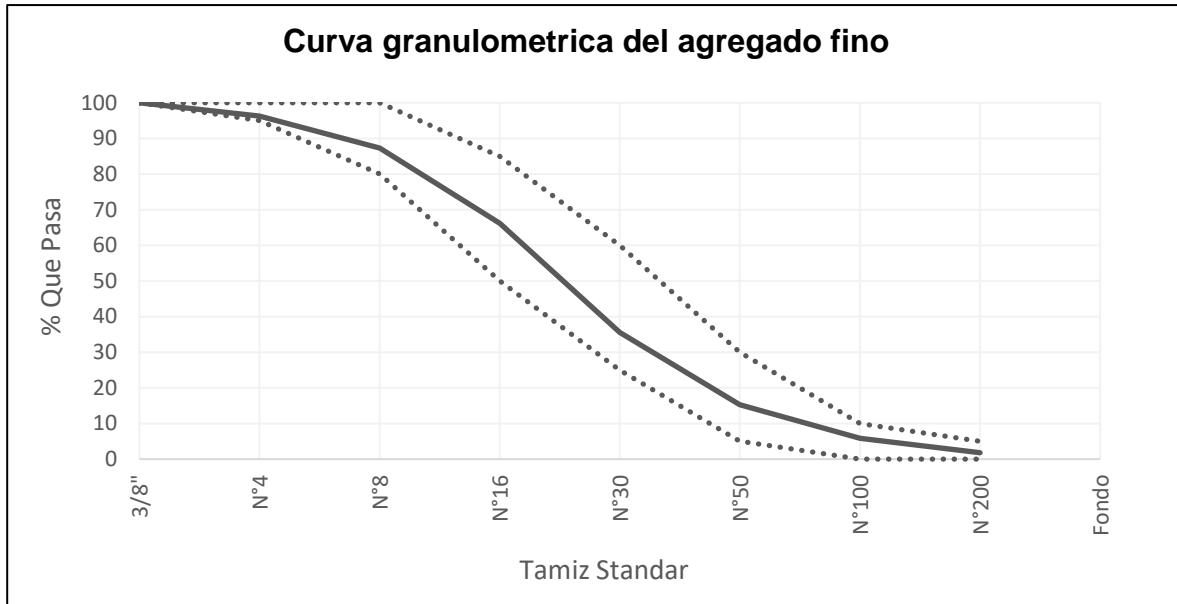
*Granulometría del agregado fino.*

Tamiz Estándar	Abertura (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP.400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N°4	4.750	37.2	3.7	3.7	96.3	95	100
N°8	2.360	90.0	9.0	12.7	87.3	80	100
N°16	1.180	210.7	21.1	33.8	66.2	50	85
N°30	0.600	305.4	30.6	64.4	35.6	25	60
N°50	0.300	203.1	20.3	84.7	15.3	5	30
N°100	0.150	94.6	9.5	94.2	5.8	0	10
N°200	0.075	40.3	4.0	98.2	1.8	0	5
Fondo	-	18.0	1.8	100.0	0.0		
		<b>999.3</b>	<b>100</b>				

Fuente: Propia.

Figura 8.

*Curva granulométrica del agregado fino.*



Fuente: Propia.

Tabla 23.

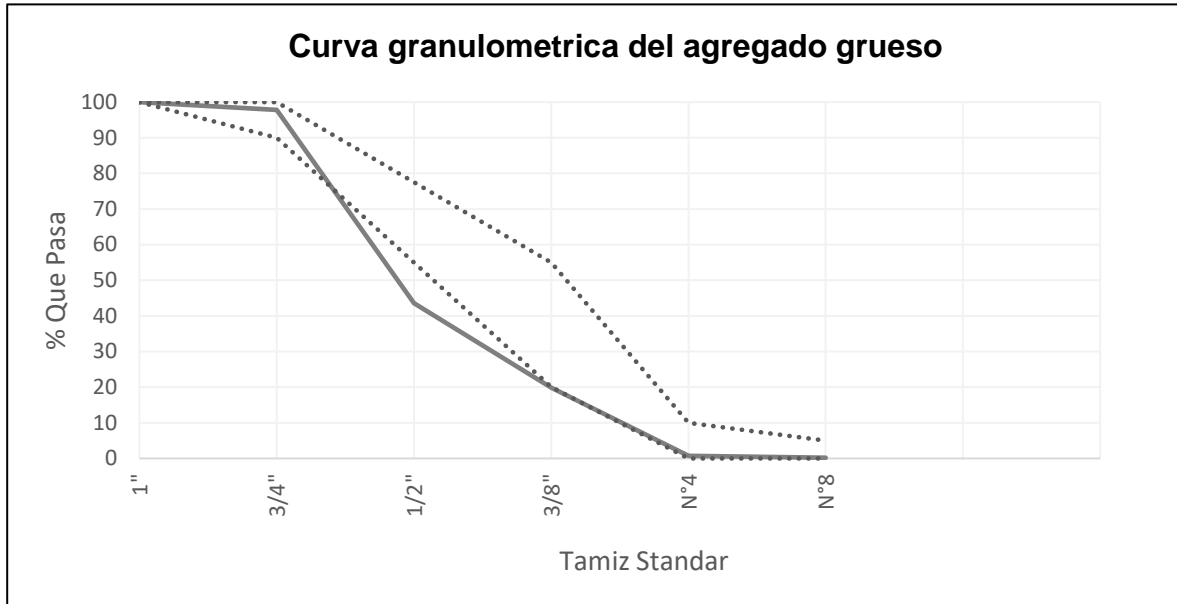
*Granulometría del agregado grueso.*

Tamiz Estándar	Abertura (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites H67 (NTP.400.037)	
						Mínimo	Máximo
1 ½''	37.50	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1''	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100
¾''	19.00	126	2.2	2.2	97.8	90	100
½''	12.50	3068	54.2	56.4	43.6		
3/8''	9.50	1343	23.7	80.1	19.9	20	55
N°4	4.75	1089	19.2	99.3	0.7	0	10
N°8	2.36	26	0.5	99.8	0.2	0	5
N°16	1.18	0	0.0	99.8	0.2		
Fondo	-	13	0.2	100.0	0.0		
		<b>5665</b>	<b>100.0</b>				

Fuente: Propia.

Figura 9.

*Curva granulométrica del agregado grueso.*



Fuente: Propia.

#### - **Humedad de los agregados**

Tabla 24.

*Contenido de humedad del agregado fino.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente	gr.	116.9	117.2	
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr.	978.4	955.0	
Peso del recipiente + muestra seca	gr.	973.7	949.1	
Peso de muestra húmeda	gr.	861.5	837.8	
Peso de muestra seca	gr.	856.8	831.9	
Peso del agua	gr.	5	6	
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.6</b>

Fuente: Propia.

Tabla 25.

*Contenido de humedad del agregado grueso.*

Descripción	U.M.	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio
Peso del recipiente	gr.	311	263	
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr.	3487	3365	
Peso del recipiente + muestra seca	gr.	3470	3353	
Peso de muestra húmeda	gr.	3176	3102	
Peso de muestra seca	gr.	3159	3090	
Peso del agua	gr.	17	12	
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>

Fuente: Propia.

### - Peso unitario de los agregados

Tabla 26.

*Peso unitario del agregado fino.*

Descripción	U.M.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio
Peso del recipiente + muestra suelta	kg.	18.293	18.329	18.310	
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg.	20.165	20.029	20.107	
Peso del recipiente	kg.	6.866	6.866	6.866	
Peso de la muestra en estado suelto	kg.	11.427	11.463	11.444	
Peso de la muestra en estado compactado	kg.	13.299	13.163	13.241	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1621</b>	<b>1626</b>	<b>1623</b>	<b>1623</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1886</b>	<b>1867</b>	<b>1878</b>	<b>1877</b>

Fuente: Propia.

Tabla 27.

*Peso unitario del agregado grueso.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Ensayo 3</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente + muestra suelta	kg.	17.064	17.240	17.164	
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg.	18.415	18.539	18.502	
Peso del recipiente	kg.	6.866	6.866	6.866	
Peso de la muestra en estado suelto	kg.	10.198	10.374	10.298	
Peso de la muestra en estado compactado	kg.	11.549	11.673	11.636	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1447</b>	<b>1471</b>	<b>1461</b>	<b>1460</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1638</b>	<b>1656</b>	<b>1650</b>	<b>1648</b>

Fuente: Propia.

### - **Peso específico y absorción de los agregados**

Tabla 28.

*Peso específico y absorción del agregado fino.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr.	500.4	502.2	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr.	667.9	667.9	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr.	983.1	984.1	
Peso de la muestra en estado SSS	gr.	504.8	507.3	
<b>Peso específico base seca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.64</b>	<b>2.63</b>	<b>2.64</b>
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.66	2.65	2.66
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>

Fuente: Propia.

Tabla 29.

*Peso específico y absorción del agregado grueso.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr.	500.4	502.2	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr.	667.9	667.9	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr.	983.1	984.1	
Peso de la muestra en estado SSS	gr.	504.8	507.3	
<b>Peso específico base seca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	2.64	2.63	<b>2.64</b>
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.66	2.65	2.66
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	0.9	1.0	<b>1.0</b>

Fuente: Propia.

- **Resistencia a la compresión del concreto**

Tabla 30.

*Resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.*

<b>Identificación de testigo</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Máxima (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MP 210-1	10.1	80.12	11368	142
MP 210-2	10.1	80.12	10780	135
MP 210-3	10.1	80.12	11140	139
<b>Resistencia promedio</b>				<b>139</b>

Fuente: Propia.

Tabla 31.

*Resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 3 días de curado.*

<b>Identificación de testigo</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Máxima (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
210WT200-1	10.1	80.12	12742	159
210WT200-2	10.1	80.12	12557	157
210WT200-3	10.1	80.12	12091	151
<b>Resistencia promedio</b>				<b>156</b>

Fuente: Propia.

Tabla 32.

*Resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de curado.*

<b>Identificación de testigo</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Máxima (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MP 210-4	10.1	80.12	17933	224
MP 210-5	10.1	80.12	17704	221
MP 210-6	10.1	80.12	17456	218
<b>Resistencia promedio</b>				<b>221</b>

Fuente: Propia.

Tabla 33.

*Resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 7 días de curado.*

<b>Identificación de testigo</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Máxima (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
210WT200-4	10.1	80.12	18945	236
210WT200-5	10.1	80.12	18490	231
210WT200-6	10.1	80.12	18892	236
<b>Resistencia promedio</b>				<b>234</b>

Fuente: Propia.

Tabla 34.

*Resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de curado.*

<b>Identificación de testigo</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Máxima (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MP 210-7	10.1	80.12	22600	282
MP 210-8	10.1	80.12	23177	289
MP 210-9	10.1	80.12	23326	291
<b>Resistencia promedio</b>				<b>287</b>

Fuente: Propia.

Tabla 35.

*Resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 28 días de curado.*

<b>Identificación de testigo</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Máxima (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
210WT200-7	10.1	80.12	24694	308
210WT200-8	10.1	80.12	25219	315
210WT200-9	10.1	80.12	24875	310
<b>Resistencia promedio</b>				<b>311</b>

Fuente: Propia.

Tabla 36.

*Resistencia a la compresión del concreto patrón a 56 días de curado.*

<b>Identificación de testigo</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Máxima (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MP 210-10	10.1	80.12	25450	318
MP 210-11	10.1	80.12	25833	322
MP 210-12	10.1	80.12	25097	313
<b>Resistencia promedio</b>				<b>318</b>

Fuente: Propia.



Tabla 37.

*Resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 56 días de curado.*

Identificación de testigo	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
210WT200-10	10.1	80.12	27672	345
210WT200-11	10.1	80.12	28049	350
210WT200-12	10.1	80.12	26584	332
<b>Resistencia promedio</b>				<b>342</b>

Fuente: Propia.

- **Velocidad de absorción**

Tabla 38.

*Datos para el ensayo de velocidad de absorción del concreto patrón.*

Identificación del espécimen	Código del espécimen	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Masa inicial (gr)	Masa acond. (gr)
Espécimen 1	DP210(1)	100.5	50.5	7932.7	853.80	855.13
Espécimen 2	DP210(2)	101.0	51.0	8011.8	862.29	863.98

Fuente: Propia.

Tabla 39.

*Velocidad de absorción del concreto patrón.*

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (gr)		Δ Masa Acum (gr)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			DP210(1)	DP210(2)	DP210(1)	DP210(2)	DP210(1)	DP210(2)	
0 min	0	0	855.13	863.98	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	856.09	865.41	0.96	1.43	0.121	0.180	0.151
5 min	300	17	857.66	867.57	2.53	3.59	0.319	0.453	0.386
10 min	600	24	858.93	869.12	3.80	5.14	0.479	0.648	0.563
20 min	1200	35	859.85	870.24	4.72	6.26	0.595	0.789	0.692
30 min	1800	42	860.57	871.22	5.44	7.24	0.686	0.913	0.799

1 hr	3600	60	862.39	873.16	7.26	9.18	0.915	1.157	1.036
2 hr	7200	85	864.64	875.90	9.51	11.92	1.199	1.503	1.351
3 hr	10800	104	866.26	877.63	11.13	13.65	1.403	1.721	1.562
4 hr	14400	120	867.51	878.95	12.38	14.97	1.561	1.887	1.724
5 hr	18000	134	868.35	879.97	13.22	15.99	1.667	2.016	1.841
6 hr	21600	147	869.12	880.79	13.99	16.81	1.764	2.119	1.941
1 día	86400	294	871.34	883.24	16.21	19.26	2.043	2.428	2.236
2 día	172800	416	872.68	884.75	17.55	20.77	2.212	2.618	2.415
3 día	259200	509	873.76	885.98	18.63	22.00	2.349	2.773	2.561
4 día	345600	588	874.52	886.90	19.39	22.92	2.444	2.889	2.667
5 día	432000	657	875.13	887.66	20.00	23.68	2.521	2.985	2.753
6 día	518400	720	875.57	888.12	20.44	24.14	2.577	3.043	2.810
7 día	604400	777	875.89	888.49	20.76	24.51	2.617	3.090	2.853
8 día	691200	831	876.16	888.78	21.03	24.80	2.651	3.126	2.889

Fuente: Propia.

Tabla 40.

*Datos para el ensayo de velocidad de absorción del concreto con Sika WT-200P.*

<b>Identificación del espécimen</b>	<b>Código del espécimen</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Masa inicial (gr)</b>	<b>Masa acond. (gr)</b>
Espécimen 1	WT200(1)	101.5	51.5	8091.4	836.38	837.67
Espécimen 2	WT200(2)	101.0	50.5	8011.8	847.61	848.95

Fuente: Propia.

Tabla 41.

*Velocidad de absorción del concreto con Sika WT-200P.*

<b>Tiempo</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>s<sup>1/2</sup></b>	<b>Masa (gr)</b>		<b>Δ Masa Acum (gr)</b>		<b>Absorción (mm)</b>		<b>Abs. Promedio (mm)</b>
			<b>WT200(1)</b>	<b>WT200(2)</b>	<b>WT200(1)</b>	<b>WT200(2)</b>	<b>WT200(1)</b>	<b>WT200(2)</b>	
0 min	0	0	837.67	848.95	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	838.85	850.20	1.18	1.25	0.146	0.154	0.150
5 min	300	17	839.96	851.44	2.29	2.49	0.283	0.308	0.295

10 min	600	24	840.83	852.42	3.16	3.47	0.391	0.429	0.410
20 min	1200	35	841.27	852.91	3.60	3.96	0.445	0.489	0.467
30 min	1800	42	841.68	853.35	4.01	4.40	0.496	0.544	0.520
1 hr	3600	60	843.09	854.88	5.42	5.93	0.670	0.733	0.701
2 hr	7200	85	844.13	856.09	6.46	7.14	0.798	0.882	0.840
3 hr	10800	104	845.01	857.04	7.34	8.09	0.907	1.000	0.953
4 hr	14400	120	845.73	857.89	8.06	8.94	0.996	1.105	1.050
5 hr	18000	134	846.42	858.67	8.75	9.72	1.081	1.201	1.141
6 hr	21600	147	846.94	859.26	9.27	10.31	1.146	1.274	1.210
1 día	86400	294	848.50	860.91	10.83	11.96	1.338	1.478	1.408
2 día	172800	416	849.27	861.75	11.60	12.80	1.434	1.582	1.508
3 día	259200	509	849.72	862.23	12.05	13.28	1.489	1.641	1.565
4 día	345600	588	850.11	862.64	12.44	13.69	1.537	1.692	1.615
5 día	432000	657	850.43	862.98	12.76	14.03	1.577	1.734	1.655
6 día	518400	720	850.68	863.26	13.01	14.31	1.608	1.769	1.688
7 día	604400	777	850.89	863.52	13.22	14.57	1.634	1.801	1.717
8 día	691200	831	851.06	863.74	13.39	14.79	1.655	1.828	1.741

Fuente: Propia.

### - Profundidad de penetración de agua bajo presión

Tabla 42.

*Profundidad de penetración del concreto patrón.*

Descripción	U.M.	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio
Diámetro del espécimen	mm	150	150	
Altura del espécimen	mm	150	150	
Área de papel en la superficie encerrada	mm <sup>2</sup>	22500	22500	
Masa del papel empleado en el ensayo	gr.	1.13	1.13	
Masa del papel del frente de penetración	gr.	0.29	0.26	
Área del frente de penetración	mm <sup>2</sup>	5774.34	5176.99	
<b>Profundidad media de penetración</b>	<b>mm</b>	<b>38.50</b>	<b>34.51</b>	<b>36.51</b>

Fuente: Propia.

Tabla 43.

*Profundidad de penetración del concreto con Sika WT-200P.*

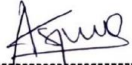
<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Promedio</b>
Diámetro del espécimen	mm	150	150	
Altura del espécimen	mm	150	150	
Área de papel en la superficie encerrada	mm <sup>2</sup>	22500	22500	
Masa del papel empleado en el ensayo	gr.	1.13	1.13	
Masa del papel del frente de penetración	gr.	0.15	0.18	
Área del frente de penetración	mm <sup>2</sup>	2986.73	3584.07	
<b>Profundidad media de penetración</b>	<b>mm</b>	19.91	23.89	<b>21.90</b>

Fuente: Propia.

## ANEXO N°2. Validación de instrumento por experto

Figura 10.

*Matriz para evaluación de experto de los instrumentos de recolección de datos.*

<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>				
<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del aditivo Sika WT-200P en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas, Trujillo 2021.			
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén			
<b>El instrumento de medición pertenece a las variables:</b>	Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto.			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	✓		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	✓		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	✓		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	✓		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	✓		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	✓		
<b>Sugerencias:</b>				
<b>Firma del experto:</b>				
 Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. C.I.P. N° 166228 <hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/> Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén				

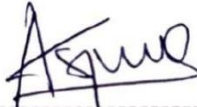
Fuente: Propia.

### ANEXO N°3. Formatos de guías de observación

#### - Guía de observación para la variable resistencia a la compresión

Figura 11.

*Guía de observación de la variable resistencia a la compresión.*

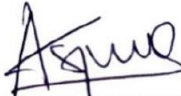
<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN (Resistencia a la compresión)</b>	
<b>1. DATOS INFORMATIVOS</b>	
1.1. Nombre del investigador	
1.2. Ubicación	
1.3. Fecha de Observación	
1.4. Hora de Investigación	
1.5. N° de guía	
1.6. Número de Molde	
<b>2. DATOS ESPECIFICOS</b>	
2.1. Tiempo de curado	3 días
	7 días
	28 días
	56 días
2.2. Datos de Probeta	a) Altura (cm):
	b) Diámetro (cm):
	c) Área de contacto (cm <sup>2</sup> ):
	d) Carga de rotura (Kg):
	e) Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> ):
2.3. Sika WT-200P	0%
	1%
Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos	
 ----- <b>Alberto Rubén Yásquez Díaz</b> <b>ING. CIVIL</b> <b>R. CIP. N° 166228</b>	

Fuente: Propia.

- **Formato de guía de observación para la variable permeabilidad – Absorción**

Figura 12.

*Guía de observación para la variable permeabilidad – Absorción*

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN (Velocidad de absorción)</b>			
<b>1. DATOS INFORMATIVOS</b>			
1.1. Nombre del investigador			
1.2. Ubicación			
1.3. Fecha de Observación			
1.4. Número de Molde			
<b>2. DATOS ESPECIFICOS</b>			
2.1. Datos de Probeta	a) Diámetro (mm):		
	b) Espesor (mm):		
	c) Área (mm <sup>2</sup> ):		
	d) Masa inicial (g):		
	e) Masa Acond (g):		
2.2. Pesos en los tiempos	0min		5hr
	1min		6hr
	5min		1día
	10min		2días
	20min		3días
	30min		4días
	1hr		5días
	2hr		6días
	3hr		7días
	4hr		8días
Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos			
 ----- <b>Alberto Rubén Vásquez Díaz</b> <b>ING. CIVIL</b> <b>R. CIP. N° 166228</b>			

Fuente: Propia.

- **Formato de guía de observación para la variable permeabilidad – Profundidad media de penetración de agua bajo presión y permeabilidad**

Figura 13.

Guía de observación para la variable permeabilidad – Profundidad media de penetración de agua bajo presión y permeabilidad.

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN (Profundidad media de penetración de agua bajo presión)</b>	
<b>1. DATOS INFORMATIVOS</b>	
1.1. Nombre del investigador	
1.2. Ubicación	
1.3. Fecha de Observación	
1.4. Número de Molde	
<b>2. DATOS ESPECIFICOS</b>	
2.1. Datos de Probeta	a) Diámetro (mm):
	b) Altura (mm):
2.2. Datos del papel	a) Área del papel en la superficie encerrada (mm <sup>2</sup> ):
	b) Masa de papel empleado en el ensayo (g):
	c) Masa de papel del frente de penetración (g):
Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos	
 ----- <b>Alberto Rubén Vásquez Díaz</b> <b>ING. CIVIL</b> <b>R. CIP. N° 166228</b>	

Fuente: Propia.



## ANEXO 4. Certificados de ensayos de laboratorio

Figura 14.

*Certificado de contenido de humedad del agregado fino.*



**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDECENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 05/08/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	116.9	117.2	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	978.4	955.0	
Peso recipiente + muestra seca	gr	973.7	949.1	
Peso de muestra humeda	gr	861.5	837.8	
Peso de muestra seca	gr	856.8	831.9	
Peso de agua	gr	4.7	5.9	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.5	0.7	<b>0.6</b>

**OBSERVACIONES:**  
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.




-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 15.

*Certificado de peso unitario del agregado fino.*



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017


**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 05/08/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	18.293	18.329	18.310	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	20.165	20.029	20.107	
Peso de recipiente	kg	6.866	6.866	6.866	
Peso de muestra en estado suelto	kg	11.427	11.463	11.444	
Peso de muestra en estado compactado	kg	13.299	13.163	13.241	
Volumen del recipiente	m3	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m3	1,621	1,626	1,623	<b>1,623</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m3	1,886	1,867	1,878	<b>1,877</b>

**OBSERVACIONES:**  
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.




-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 16.

*Certificado del peso específico y absorción del agregado fino.*



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

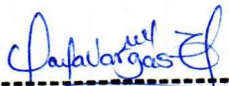
**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA GRUESA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 05/08/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra seca en horno al aire	gr	500.4	502.2	
Peso del pignometro lleno de agua	gr	667.9	667.9	
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	983.1	984.1	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	504.8	507.3	
<b>Peso especifico base seca</b>	gr/cm3	2.64	2.63	<b>2.64</b>
Peso especifico base SSS	gr/cm3	2.66	2.65	2.66
<b>Absorcion</b>	%	0.9	1.0	<b>1.0</b>

**OBSERVACIONES:**  
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.



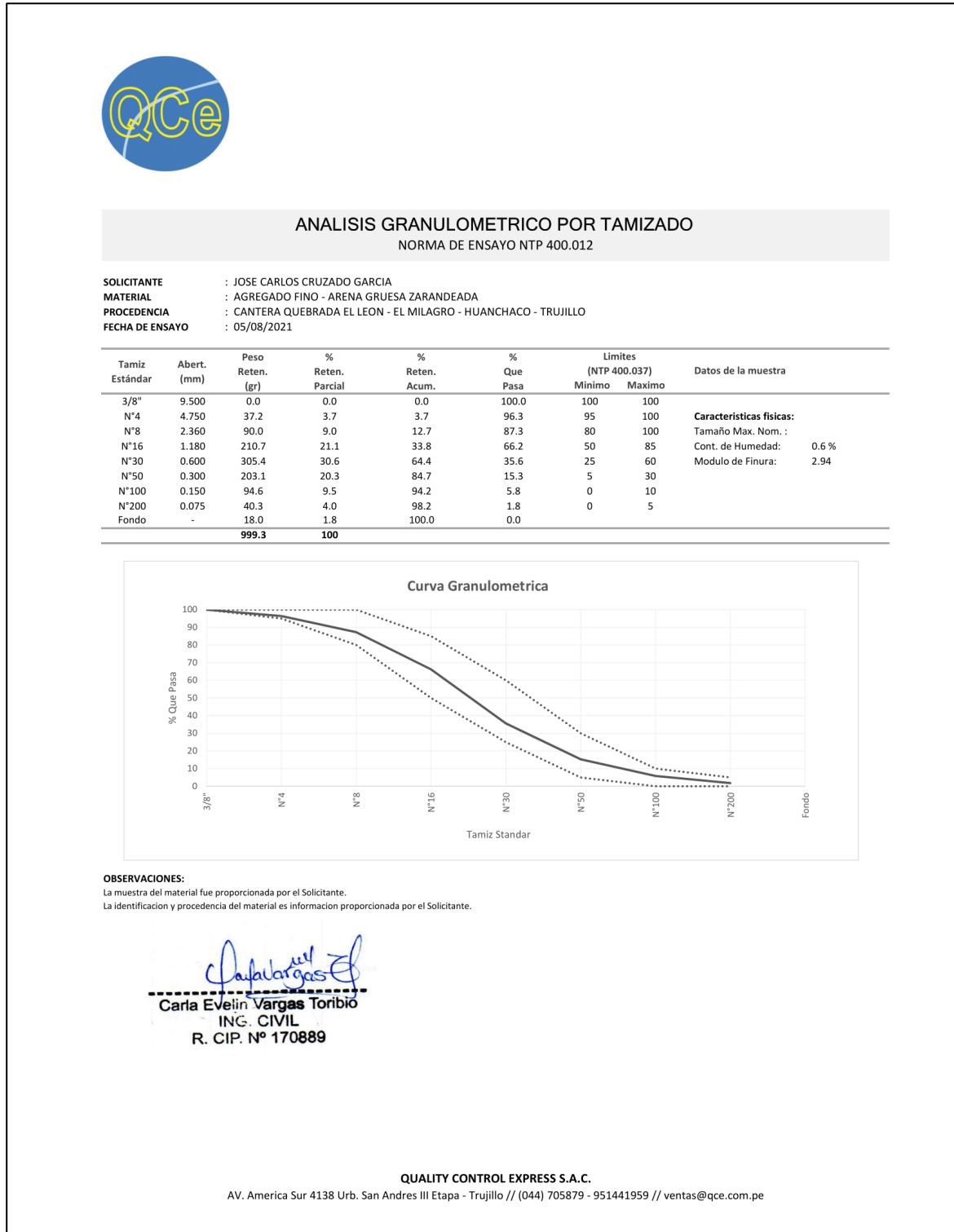
-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 17.


Certificado de granulometría del agregado fino.



Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 18.

*Certificado del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.*



**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

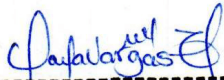
**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 05/08/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	311	263	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	3,487	3,365	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,470	3,353	
Peso de muestra humeda	gr	3,176	3,102	
Peso de muestra seca	gr	3,159	3,090	
Peso de agua	gr	17	12	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.5	0.4	<b>0.5</b>

**OBSERVACIONES:**  
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.




-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 19.

*Certificado de peso unitario del agregado grueso.*



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017


**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 05/08/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	17.064	17.240	17.164	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	18.415	18.539	18.502	
Peso de recipiente	kg	6.866	6.866	6.866	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.198	10.374	10.298	
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.549	11.673	11.636	
Volumen del recipiente	m3	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m3	1,447	1,471	1,461	<b>1,460</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m3	1,638	1,656	1,650	<b>1,648</b>

**OBSERVACIONES:**  
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.




-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 20.

*Certificado de peso específico y absorción del agregado grueso.*



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

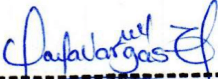
**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 05/08/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	3,003	3,010	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3,036	3,043	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,937	1,947	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm3	2.73	2.75	<b>2.74</b>
Peso específico base SSS	gr/cm3	2.76	2.78	2.77
<b>Absorcion</b>	%	1.1	1.1	<b>1.1</b>

**OBSERVACIONES:**  
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



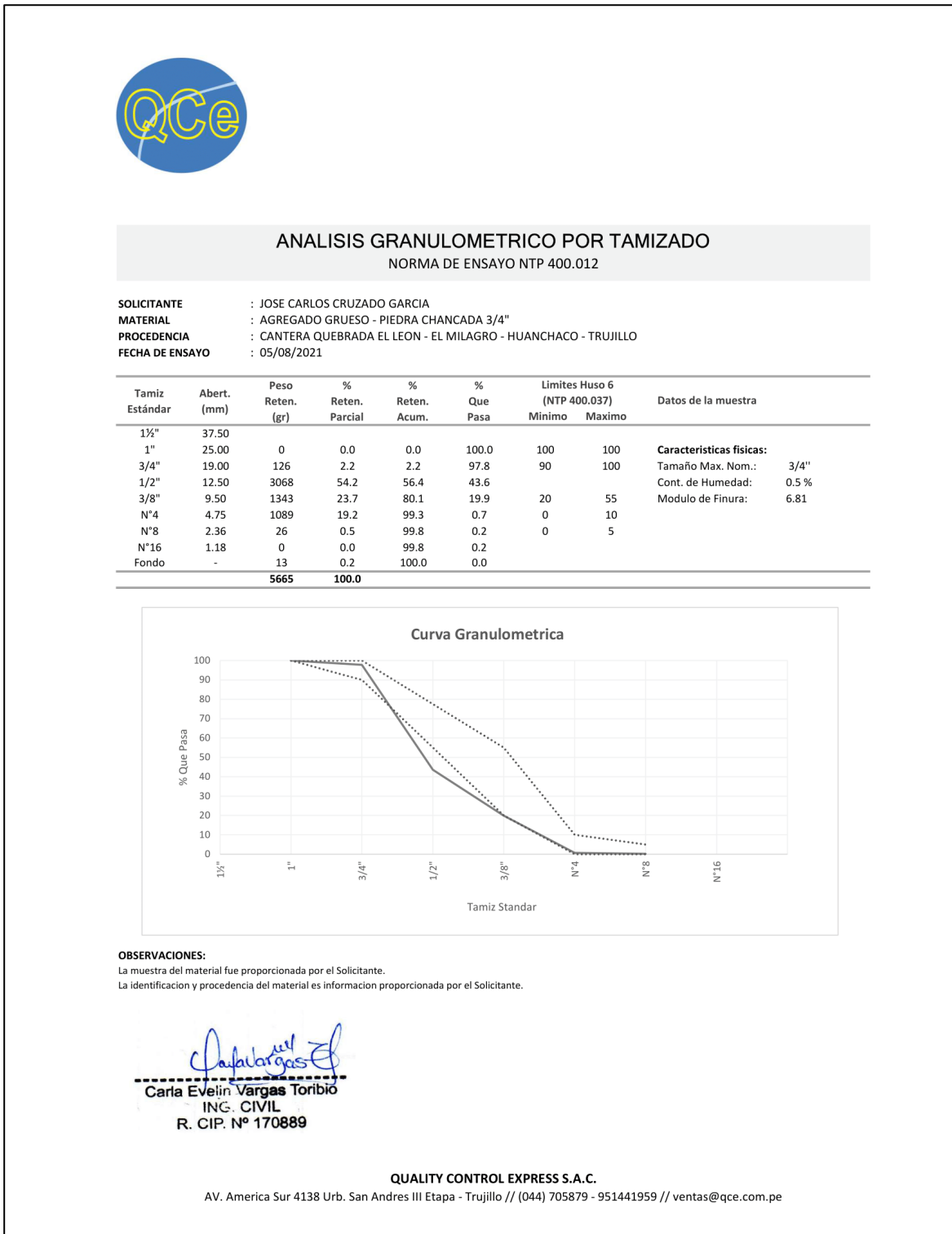
-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 21.

*Certificado de granulometría del agregado grueso.*




Fuente: Quality Control Express S.A.C.



Figura 22.

*Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.*



**INFORME DE ENSAYO N° 1297-2021-QCE/TRJ**

Fecha de Emision: 02/09/2021

**1. INFORMACION DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICA, TRUJILLO 2021.

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2

---

**2. TIPO DE ENSAYO:**


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

**3. RESULTADO DE ENSAYOS:**

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-1	210	30/08/2021	02/09/2021	3	10.1	80.12	11368	142	68%	2
MP210-2	210	30/08/2021	02/09/2021	3	10.1	80.12	10780	135	64%	2
MP210-3	210	30/08/2021	02/09/2021	3	10.1	80.12	11140	139	66%	1
Promedio								<b>139</b>	<b>66%</b>	

**NOTAS**

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 23.

*Certificado de resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 3 días de curado.*



**INFORME DE ENSAYO N° 1299-2021-QCE/TRJ**  
Fecha de Emision: 03/09/2021

**1. INFORMACION DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICA, TRUJILLO 2021.

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA WT-200P (1%)

---

**2. TIPO DE ENSAYO:**


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

**3. RESULTADO DE ENSAYOS:**

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210WT200(1)-1	210	31/08/2021	03/09/2021	3	10.1	80.12	12742	159	76%	1
210WT200(1)-2	210	31/08/2021	03/09/2021	3	10.1	80.12	12557	157	75%	2
210WT200(1)-3	210	31/08/2021	03/09/2021	3	10.1	80.12	12091	151	72%	2
Promedio								<b>156</b>	<b>74%</b>	

**NOTAS**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 24.

*Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de curado.*



**INFORME DE ENSAYO N° 1310-2021-QCE/TRJ**  
Fecha de Emision: 06/09/2021

**1. INFORMACION DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICA, TRUJILLO 2021.

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2

---

**2. TIPO DE ENSAYO:**


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

**3. RESULTADO DE ENSAYOS:**

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-4	210	30/08/2021	06/09/2021	7	10.1	80.12	17933	224	107%	1
MP210-5	210	30/08/2021	06/09/2021	7	10.1	80.12	17704	221	105%	1
MP210-6	210	30/08/2021	06/09/2021	7	10.1	80.12	17456	218	104%	2
Promedio								<b>221</b>	<b>105%</b>	

**NOTAS**

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 25.

*Certificado de resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 7 días de curado.*



## INFORME DE ENSAYO N° 1340-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 07/09/2021

**1. INFORMACION DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICA, TRUJILLO 2021.

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA WT-200P (1%)

---

**2. TIPO DE ENSAYO:**


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

**3. RESULTADO DE ENSAYOS:**

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210WT200(1)-4	210	31/08/2021	07/09/2021	7	10.1	80.12	18945	236	112%	1
210WT200(1)-5	210	31/08/2021	07/09/2021	7	10.1	80.12	18490	231	110%	2
210WT200(1)-6	210	31/08/2021	07/09/2021	7	10.1	80.12	18882	236	112%	1
Promedio								<b>234</b>	111%	

**NOTAS**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 26.

*Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de curado.*



**INFORME DE ENSAYO N° 1448-2021-QCE/TRJ**  
Fecha de Emisión: 27/09/2021

**1. INFORMACION DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICA, TRUJILLO 2021.

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2

---

**2. TIPO DE ENSAYO:**


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

**3. RESULTADO DE ENSAYOS:**

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-7	210	30/08/2021	27/09/2021	28	10.1	80.12	22600	282	134%	2
MP210-8	210	30/08/2021	27/09/2021	28	10.1	80.12	23177	289	138%	1
MP210-9	210	30/08/2021	27/09/2021	28	10.1	80.12	23326	291	139%	1
Promedio								<b>287</b>	<b>137%</b>	

**NOTAS**

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Caria Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 27.

*Certificado de resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 28 días de curado.*



**INFORME DE ENSAYO N° 1450-2021-QCE/TRJ**  
Fecha de Emisión: 28/09/2021

**1. INFORMACION DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICA, TRUJILLO 2021.

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA WT-200P (1%)

---

**2. TIPO DE ENSAYO:**

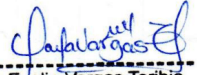
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

**3. RESULTADO DE ENSAYOS:**

Identificación Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210WT200(1)-7	210	31/08/2021	28/09/2021	28	10.1	80.12	24694	308	147%	2
210WT200(1)-8	210	31/08/2021	28/09/2021	28	10.1	80.12	25219	315	150%	1
210WT200(1)-9	210	31/08/2021	28/09/2021	28	10.1	80.12	24875	310	148%	2
Promedio								<b>311</b>	<b>148%</b>	

**NOTAS**

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 28.

*Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 56 días de curado.*



**INFORME DE ENSAYO N° 1645-2021-QCE/TRJ**  
Fecha de Emisión: 25/10/2021

**1. INFORMACION DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICA, TRUJILLO 2021.

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2

---

**2. TIPO DE ENSAYO:**

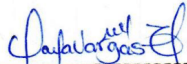
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

**3. RESULTADO DE ENSAYOS:**

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
MP210-10	210	30/08/2021	25/10/2021	56	10.1	80.12	25450	318	151%	1
MP210-11	210	30/08/2021	25/10/2021	56	10.1	80.12	25833	322	153%	1
MP210-12	210	30/08/2021	25/10/2021	56	10.1	80.12	25097	313	149%	1
Promedio								<b>318</b>	151%	

**NOTAS**

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39




Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 29.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con Sika WT-200P a 56 días de curado.



## INFORME DE ENSAYO N° 1648-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 26/10/2021

**1. INFORMACION DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICA, TRUJILLO 2021.

ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA WT-200P (1%)

---

**2. TIPO DE ENSAYO:**

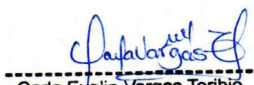
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

**3. RESULTADO DE ENSAYOS:**

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
210WT200(1)-10	210	31/08/2021	26/10/2021	56	10.1	80.12	27672	345	164%	1
210WT200(1)-11	210	31/08/2021	26/10/2021	56	10.1	80.12	28049	350	167%	1
210WT200(1)-12	210	31/08/2021	26/10/2021	56	10.1	80.12	26584	332	158%	2
Promedio								<b>342</b>	<b>163%</b>	

**NOTAS**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889


QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.  
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.



Figura 30.

*Certificado del ensayo de velocidad de absorción del concreto patrón.*



**ENSAYO DE DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE ABSORCION DEL CONCRETO**  
(NORMA DE ENSAYO ASTM C-1585)


SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICAS, TRUJILLO 2021.  
 ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2  
 COD MUESTRA : DP210  
 FECHA : 26/10/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Identificación Especimen	Codigo Especimen	Diametro (mm)	Espesor (mm2)	Area (mm2)	Masa Inicial (gr)	Masa Acond (gr)
Especimen 1	DP210(1)	100.5	50.5	7932.7	853.80	855.13
Especimen 2	DP210(2)	101.0	51.0	8011.8	862.29	863.98

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (gr)		Δ Masa Acum (gr)		Absorción (mm)		Abs Promedio (mm)
			DP210(1)	DP210(2)	DP210(1)	DP210(2)	DP210(1)	DP210(2)	
0 min	0	0	855.13	863.98	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	856.09	865.41	0.96	1.43	0.121	0.180	0.151
5 min	300	17	857.66	867.57	2.53	3.59	0.319	0.453	0.386
10 min	600	24	858.93	869.12	3.80	5.14	0.479	0.648	0.563
20 min	1200	35	859.85	870.24	4.72	6.26	0.595	0.789	0.692
30 min	1800	42	860.57	871.22	5.44	7.24	0.686	0.913	0.799
1 hr	3600	60	862.39	873.16	7.26	9.18	0.915	1.157	1.036
2 hr	7200	85	864.64	875.90	9.51	11.92	1.199	1.503	1.351
3 hr	10800	104	866.26	877.63	11.13	13.65	1.403	1.721	1.562
4 hr	14400	120	867.51	878.95	12.38	14.97	1.561	1.887	1.724
5 hr	18000	134	868.35	879.97	13.22	15.99	1.667	2.016	1.841
6 hr	21600	147	869.12	880.79	13.99	16.81	1.764	2.119	1.941
1 día	86400	294	871.34	883.24	16.21	19.26	2.043	2.428	2.236
2 día	172800	416	872.68	884.75	17.55	20.77	2.212	2.618	2.415
3 día	259200	509	873.76	885.98	18.63	22.00	2.349	2.773	2.561
4 día	345600	588	874.52	886.90	19.39	22.92	2.444	2.889	2.667
5 día	432000	657	875.13	887.66	20.00	23.68	2.521	2.985	2.753
6 día	518400	720	875.57	888.12	20.44	24.14	2.577	3.043	2.810
7 día	604400	777	875.89	888.49	20.76	24.51	2.617	3.090	2.853
8 día	691200	831	876.16	888.78	21.03	24.80	2.651	3.126	2.889



**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 31.

Certificado del ensayo de velocidad de absorción del concreto con Sika WT-200P.



**ENSAYO DE DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE ABSORCION DEL CONCRETO**

(NORMA DE ENSAYO ASTM C-1585)


SOLICITANTE : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICAS, TRUJILLO 2021.  
 ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA WT200 (1%)  
 COD MUESTRA : 210WT200  
 FECHA : 27/10/2021

**DATOS DE LA MUESTRA**

Identificación Especimen	Codigo Especimen	Diametro (mm)	Espesor (mm2)	Area (mm2)	Masa Inicial (gr)	Masa Acond (gr)
Especimen 1	210WT200 (1)	101.5	51.5	8091.4	836.38	837.67
Especimen 2	210WT200 (2)	101.0	50.5	8011.8	847.61	848.95

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Tiempo	Tiempo (s)	s <sup>1/2</sup>	Masa (gr)		Δ Masa Acum (gr)		Absorción (mm)		Abs Promedio (mm)
			210WT200 (1)	210WT200 (2)	210WT200 (1)	210WT200 (2)	210WT200 (1)	210WT200 (2)	
0 min	0	0	837.67	848.95	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	838.85	850.20	1.18	1.25	0.146	0.154	0.150
5 min	300	17	839.96	851.44	2.29	2.49	0.283	0.308	0.295
10 min	600	24	840.83	852.42	3.16	3.47	0.391	0.429	0.410
20 min	1200	35	841.27	852.91	3.60	3.96	0.445	0.489	0.467
30 min	1800	42	841.68	853.35	4.01	4.40	0.496	0.544	0.520
1 hr	3600	60	843.09	854.88	5.42	5.93	0.670	0.733	0.701
2 hr	7200	85	844.13	856.09	6.46	7.14	0.798	0.882	0.840
3 hr	10800	104	845.01	857.04	7.34	8.09	0.907	1.000	0.953
4 hr	14400	120	845.73	857.89	8.06	8.94	0.996	1.105	1.050
5 hr	18000	134	846.42	858.67	8.75	9.72	1.081	1.201	1.141
6 hr	21600	147	846.94	859.26	9.27	10.31	1.146	1.274	1.210
1 dia	86400	294	848.50	860.91	10.83	11.96	1.338	1.478	1.408
2 dia	172800	416	849.27	861.75	11.60	12.80	1.434	1.582	1.508
3 dia	259200	509	849.72	862.23	12.05	13.28	1.489	1.641	1.565
4 dia	345600	588	850.11	862.64	12.44	13.69	1.537	1.692	1.615
5 dia	432000	657	850.43	862.98	12.76	14.03	1.577	1.734	1.655
6 dia	518400	720	850.68	863.26	13.01	14.31	1.608	1.769	1.688
7 dia	604800	777	850.89	863.52	13.22	14.57	1.634	1.801	1.717
8 dia	691200	831	851.06	863.74	13.39	14.79	1.655	1.828	1.741



Carla Evelin Vargas Toribio  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889


QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 32.

*Certificado del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto patrón.*




**ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO**  
(NORMA DE ENSAYO UNE-EN 12390-8: 2009)

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICAS, TRUJILLO 2021.  
**ID MUESTRA** : CONCRETO PATRON F'C = 210 KG/CM2  
**COD. MUESTRA** : DP210  
**FECHA DE ENSAYO** : 23/11/2021 - 26/11/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Diametro del especimen	mm	150	150	
Altura del especimen	mm	150	150	
Area de papel en la superficie encerrada	mm <sup>2</sup>	22,500	22,500	
Masa de papel empleado en el ensayo	gr	1.13	1.13	
Masa de papel del frente de penetracion	gr	0.29	0.26	
Area del frente de penetracion	mm <sup>2</sup>	5,774.34	5,176.99	
<b>Profundidad media de penetracion</b>	<b>mm</b>	<b>38.50</b>	<b>34.51</b>	<b>36.51</b>




-----  
**Caria Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

Figura 33.

*Certificado del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión del concreto con Sika WT-200P.*



**ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO**  
(NORMA DE ENSAYO UNE-EN 12390-8: 2009)

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JOSE CARLOS CRUZADO GARCIA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA WT-200P EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE CONCRETOS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICAS, TRUJILLO 2021.  
**ID MUESTRA** : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA WT200 (1%)  
**COD. MUESTRA** : 210WT200  
**FECHA DE ENSAYO** : 30/11/2021 - 03/12/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Diametro del especimen	mm	150	150	
Altura del especimen	mm	150	150	
Area de papel en la superficie encerrada	mm <sup>2</sup>	22,500	22,500	
Masa de papel empleado en el ensayo	gr	1.13	1.13	
Masa de papel del frente de penetracion	gr	0.15	0.18	
Area del frente de penetracion	mm <sup>2</sup>	2,986.73	3,584.07	
<b>Profundidad media de penetracion</b>	<b>mm</b>	<b>19.91</b>	<b>23.89</b>	<b>21.90</b>



-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Fuente: Quality Control Express S.A.C.

## ANEXO N°5. Fotografías

Figura 34.

*Fotografía del ensayo de peso unitario del agregado grueso.*



Fuente: Propia.



Figura 35.

*Fotografía del ensayo de granulometría del agregado fino.*



Fuente: Propia

Figura 36.

*Fotografía del ensayo de contenido de humedad del agregado fino.*



Fuente: Propia.



Figura 37.

*Fotografía de la elaboración del concreto.*



Fuente: Propia.



Figura 38.

*Fotografía de la elaboración de probetas.*



Fuente: Propia.



Figura 39.

*Fotografía del grupo de probetas de concreto con Sika WT-200P.*



Fuente: Propia.

Figura 40.

*Fotografía del ensayo de resistencia a la compresión del concreto mediante rotura de probetas.*



Fuente: Propia.