

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN
LÍQUIDO (SIKA WT – 100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO
EN OBRAS HIDRÁULICAS”**

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

Presentado por:

Bach. CADILLO JÁCOME GRABIEL ERICKSON JUNIOR

Asesor:

DR. APARICIO ROQUE FIDEL GREGORIO

Huaraz - Ancash - Perú

2023





UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agrícola GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME, denominada: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LÍQUIDO (SIKA WT - 100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM² PARA SU USO EN OBRAS HIDRÁULICAS", Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

DIECISEIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificada APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de INGENIERO AGRÍCOLA, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 04 de Abril del 2023.

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA

PRESIDENTE

Mag. FRANCISCO ESPINOZA MANCISIDOR

SECRETARIO

Mag. EUGENIO JULIÁN MEJÍA ZÚÑIGA

VOCAL

Dr. FIDEL GREGARIO APARICIO ROQUE

ASESOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LÍQUIDO (SIKA WT – 100 Y SIKA D) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM² PARA SU USO EN OBRAS HIDRÁULICAS", presentada por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME**, y sustentado el día 04 de abril del 2023, por Resolución Decanatural N° 142 -2023 - UNASAM - FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 04 de abril del 2023

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA
PRESIDENTE

Mag. FRANCISCO ESPINOZA MANCISIDOR
SECRETARIO

Mag. EUGENIO JULIÁN MEJÍA ZÚÑIGA
VOCAL

Dr. FIDEL GREGARIO APARICIO ROQUE
ASESOR

NOMBRE DEL TRABAJO

GRABIEL CADILLO JACOME - TESIS.pdf

AUTOR

**GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO
JACOME**

RECUENTO DE PALABRAS

25854 Words

RECUENTO DE CARACTERES

131651 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

136 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

10.9MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 6, 2023 3:43 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 6, 2023 3:45 PM GMT-5**● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

A Dios, por estar conmigo en todo momento, darme sabiduría, guiarme, protegerme y permitirme haber llegado a este momento tan importante en mi formación profesional.

*A mis queridos padres **Eloy Cadillo Guimarey** y **Máxima Jacome Cueva**, quienes me dieron la motivación, el apoyo, la fuerza y la razón para ser perseverante en mis estudios y terminar con éxito mi carrera profesional.*

*A mi hermano **Sergio Cadillo Jacome**, por sus palabras de aliento, ánimo y apoyo incondicional para lograr mis metas.*

*A mi prima **María Ramos Marceliano**, por ser una madre más, por brindarme su apoyo incondicional y sus palabras de ánimo para seguir adelante.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, mi alma mater, y a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias quienes contribuyeron a mi formación profesional.

A mi asesor el Ing. Dr. Fidel Gregorio Aparicio Roque por sus sabios conocimientos, su don de gente, por su mística profesional y sobre todo por su inestimable apoyo y confianza depositada en mi persona.

A los miembros del jurado; Dr. Pedro Alejandro Colonia Cerna, Mag. Francisco Espinoza Mancisidor y Mag. Eugenio Julián Mejía Zuñiga por la orientación brindada y sus respectivas observaciones para mejorar el proyecto.

LISTA DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Lista De Contenido.....	iv
Tabla De Contenido.....	v
Contenido De Tablas.....	vi
Contenido De Figuras.....	viii
Contenido De Ecuaciones.....	x
Contenido De Anexos.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii



TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Justificación del Proyecto	4
1.4. Importancia del Proyecto	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de Investigación.....	5
2.2. Bases Teóricas	9
2.3. Definición de Términos Básicos	21
2.4. Variables en Estudio y sus Interrelaciones	22
III. MATERIALES Y METODOLOGÍA	23
3.1. Materiales.....	23
3.2. Metodología	24
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	30
3.4. Técnicas de Procesamiento	31
3.5. Modelo de Investigación Experimental	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Resultados	39
4.2. Contrastación de la Hipótesis	74
4.3. Discusión de Resultados	74
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	80
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	81
VIII. ANEXOS.....	86

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1	Composición Química del Cemento.....	12
Tabla 2	Clasificación del Agregado Fino de Acuerdo con el Valor del Módulo de Finura	17
Tabla 3	Datos del Agregado (Hormigón) Para el Diseño de Mezcla	32
Tabla 4	Volumen Unitario de Agua (lt/m ³)	33
Tabla 5	Contenido de Aire Atrapado en Función al Tamaño Máximo Nominal	33
Tabla 6	Relación Agua/cemento por Resistencia	34
Tabla 7	Clasificación de la Mezcla Según su Asentamiento.....	35
Tabla 8	Cantidad de Especímenes Para la Investigación	35
Tabla 9	Dosificación de los Aditivos Para la Investigación.....	36
Tabla 10	Análisis de varianza para un Diseño de Bloques Completos al Azar.....	38
Tabla 11	Contenido de Humedad del Agregado.....	39
Tabla 12	Análisis Granulométrico del Agregado (Hormigón).....	40
Tabla 13	Peso Específico del Material Agregado	41
Tabla 14	Porcentaje de Absorción del Material Agregado.....	41
Tabla 15	Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) – Agregado (Hormigón)	42
Tabla 16	Peso Unitario Compactado Seco (PUCS) – Agregado (Hormigón).....	42
Tabla 17	Características de los Materiales Para el Concreto.....	43
Tabla 18	Cantidad de Material Para el Concreto Sin Aditivo (Patrón o Testigo)	46
Tabla 19	Cantidad de Material Para el Concreto con 1% de Aditivo Sika WT-100.....	46
Tabla 20	Cantidad de Material Para el Concreto con 2% de Aditivo Sika WT-100.....	46
Tabla 21	Cantidad de Material Para el Concreto con 3% de Aditivo Sika WT-100.....	47
Tabla 22	Cantidad de Material Para el Concreto con 2% de Aditivo Sika I Liquido.....	47
Tabla 23	Cantidad de Material para el Concreto con 3% de Aditivo Sika I Liquido.....	47
Tabla 24	Cantidad de Material Para el Concreto con 4% de Aditivo Sika I Liquido.....	48

Tabla 25	Asentamiento (Slump) del Concreto	48
Tabla 26	Control de la Resistencia del Concreto Patrón (Sin Aditivo).....	49
Tabla 27	Control de la Resistencia del Concreto con 1% de Aditivo Sika WT-100.....	50
Tabla 28	Control de la Resistencia del Concreto con 2% de Aditivo Sika WT-100.....	51
Tabla 29	Control de la Resistencia del Concreto con 3% de Aditivo Sika WT-100.....	52
Tabla 30	Control de la Resistencia del Concreto con 2% de Aditivo Sika I Liquido	53
Tabla 31	Control de la Resistencia del Concreto con 3% de Aditivo Sika I Liquido	54
Tabla 32	Control de la Resistencia del Concreto con 4% de Aditivo Sika I Liquido	55
Tabla 33	Resistencia del Concreto con Aditivo Sika WT-100.....	56
Tabla 34	Resistencia del Concreto con Aditivo Sika I Liquido	58
Tabla 35	Análisis de Varianza de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 7 Días	62
Tabla 36	Estadísticos Básicos de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 7 Días	62
Tabla 37	Análisis de Varianza de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 14 Días.....	65
Tabla 38	Estadísticos Básicos de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 14 Días.....	66
Tabla 39	Análisis de Varianza de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 21 Días.....	68
Tabla 40	Estadísticos Básicos de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 21 Días.....	69
Tabla 41	Análisis de Varianza de la Resistencia a Compresión del Concreto.....	72
Tabla 42	Estadísticos Básicos de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 28 Días.....	73

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de la Investigación.....	25
Figura 2	Bloque Completo Al Azar.....	27
Figura 3	Imagen Satelital de la Ubicación del Laboratorio de Ensayo	29
Figura 4	Imagen Satelital de la Cantera	30
Figura 5	Moldes Cilíndricos Para el Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	36
Figura 6	Curva Granulométrica del Agregado (Hormigón).....	40
Figura 7	Curva de la Resistencia del Concreto con Aditivo Sika WT-100.....	56
Figura 8	Concreto Patrón vs Concreto con Sika WT-100.....	57
Figura 9	Curva de la Resistencia del Concreto con Aditivo Sika I Liquido	58
Figura 10	Concreto Patrón vs Concreto con Sika I Liquido	59
Figura 11	Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido.....	60
Figura 12	Curva de Densidad de los Residuos de la Resistencia a la Compresión del Concreto.....	61
Figura 13	Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido.....	63
Figura 14	Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido.....	64
Figura 15	Curva de Densidad de los Residuos de la Resistencia a la Compresión del Concreto.....	65
Figura 16	Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido.....	66
Figura 17	Resistencia a la Compresión Media del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido	67
Figura 18	Curva de Densidad de los Residuos de la Resistencia a Compresión del Concreto	68

Figura 19	Resistencia a la compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido.....	69
Figura 20	Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido.....	71
Figura 21	Curva de Densidad de los Residuos de la Resistencia a la Compresión del Concreto.....	72
Figura 22	Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido.....	73

CONTENIDO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Modelo lineal DCA para encontrar el error	28
Ecuación 2. Prueba Duncan	29
Ecuación 3. Modelo aditivo lineal	37
Ecuación 4. Contenido de Humedad	39
Ecuación 5. Peso Específico	41
Ecuación 6. Porcentaje de Absorción	41
Ecuación 7. Peso Unitario Suelto Seco (PUSS)	42
Ecuación 8. Peso Unitario Compactado Seco (PUCS).....	42

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo A	Certificación de Resultados del Contenido de Humedad	86
Anexo B	Certificación de Resultados del Análisis Granulométrico por Tamizado.....	87
Anexo C	Certificación de Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción....	88
Anexo D	Certificación de Resultados del Peso Unitario	89
Anexo E	Certificación de Resultados del Diseño de Mezcla de Concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$	90
Anexo F	Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a Compresión del Concreto Patrón	92
Anexo G	Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Liquido al 2%	93
Anexo H	Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Liquido al 3%	94
Anexo I	Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Liquido al 4%	95
Anexo J	Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100 al 1%	96
Anexo K	Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100 al 2%	97
Anexo L	Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100 al 3%	98
Anexo M	Panel Fotográfico	99
Anexo N	Ficha Técnica del Aditivo Impermeabilizante Sika WT-100	113
Anexo O	Ficha Técnica del Aditivo Impermeabilizante Sika 1 Liquido.....	116
Anexo P	Composición química del Aditivo Impermeabilizante Sika WT-100.....	118
Anexo Q	Composición química del Aditivo Impermeabilizante Sika 1 Liquido	121

RESUMEN

La incorporación de un aditivo al concreto al tratar de mejorar una propiedad esta puede afectar negativamente o positivamente a otra propiedad. El objetivo de esta investigación es determinar la influencia de los aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT-100 y Sika I) en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas. El diseño de investigación fue experimental puro, donde se desarrollaron 12 experimentos para el tratamiento del patrón ($T_0 = 0\%$), 36 experimentos con el aditivo Sika WT-100 en tres tratamientos ($T_1 = 1\%$, $T_2 = 2\%$, $T_3 = 3\%$) y 36 experimentos con el aditivo Sika 1 líquido en tres tratamientos ($T_1 = 2\%$, $T_2 = 3\%$, $T_3 = 4\%$); haciendo un total de 84 especímenes, los cuales fueron ensayados a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, con tres repeticiones cada uno. Comparando los resultados de las resistencias a la compresión, obtenidos a los 28 días, con respecto al concreto patrón se obtiene que, el concreto con aditivo Sika WT-100 en sus tres tratamientos, logran un aumento en su resistencia en un 18.56%, 15.63% y 11.47% respectivamente. Para el concreto con el aditivo Sika 1 líquido también en sus tres tratamientos logran un aumento en su resistencia en un 12.67%, 7.55% y 4.96% respectivamente. Concluyendo que la adición de aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT – 100 y Sika I) influyen de manera positiva en la resistencia del concreto.

Palabras claves: Sika WT-100, Sika 1 líquido, impermeabilidad y resistencia a compresión

ABSTRACT

Incorporating an mixture into concrete while trying to improve one property can positively or negatively affect another property. The objective of this research is to determine the influence of liquid waterproofing additives (Sika WT-100 and Sika I) on the compressive strength of 210 kg/cm² concrete for use in hydraulic works. The research design was purely experimental, where 12 experiments were developed for the treatment of the pattern (T₀ = 0%), 36 experiments with the additive Sika WT-100 with three treatments (T₁ = 1%, T₂ = 2%, T₃ = 3%) and 36 experiments with the Sika I liquid additive with three treatments (T₁ = 2%, T₂ = 3%, T₃ = 4%); making a total of 84 specimens, which were tested at 7, 14, 21 and 28 days of curing, with three repetitions each. Comparing the results of the compressive strength, obtained at 28 days, with respect to the standard concrete, it is obtained that the concrete with Sika WT-100 additive in its three treatments, achieves an increase in its resistance by 18.56%, 15.63% and 11.47% respectively. For the concrete with the Sika I liquid additive, also in its three treatments they achieve an increase in their resistance by 12.67%, 7.55% and 4.96% respectively. Concluding that the addition of liquid waterproofing additives (Sika WT - 100 and Sika I) positively influences the resistance of concrete.

Keywords: *Sika WT-100, Sika I liquid, impermeability and compressive strength*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema.

Planteamiento del Problema

Fernández y Huamán (2019) indican que, en la construcción, el concreto suele sufrir diversos tipos de daños, ya sean físicos, biológicos, químicos y ambientales, estos factores provocan fisuras, eflorescencias, grietas, corrosión, etc. El concreto es un material ampliamente utilizado en la construcción debido a la resistencia, trabajabilidad y durabilidad que ofrece, y el concreto armado en particular es importante en la construcción porque proporciona resistencia a la tracción a las estructuras, pero a la corrosión del acero dañado, es decir. carbonatación, que ocurre cuando la humedad se combina con los gases contaminantes atmosféricos, hace que el hormigón pierda su adherencia de acero, lo que debilita la estabilidad de la estructura. (p.2)

Carahuatay (2018) menciona que el proceso de producción de concreto no es inmune a los problemas que surgen durante la producción, muchos factores como materiales de baja calidad, máquinas defectuosas (mezcladoras, vibradoras de concreto), trabajo sin experiencia, complejidad del proyecto, actividades inesperadas, cambio climático, causan algunos. fallas que pueden causar problemas en la estética y en la calidad de la construcción. Uno de esos factores es la vibración que se presenta cuando se coloca el concreto, básicamente esto es parte de la experiencia del encargado sin importar la fabricación del concreto, muchas veces falta mano de obra calificada y es ahí donde comienzan los problemas de calidad. (p.1)

Chambilla (2018) señala que en los últimos años la tecnología ha avanzado en la industria de la construcción, se puede ver una gran variedad de productos químicos que se agregan al concreto, entre ellos aditivos los aditivos impermeabilizantes. Una característica de los aditivos impermeabilizantes es que están hecho de polímeros sintéticos diseñados para sellar capilares y poros de mortero. Estos aditivos reaccionan con la humedad y forman millones de cristales que cierran los poros y grietas que impiden el paso del agua por los orificios capilares. En condiciones secas, estos productos químicos permanecen inactivos y se reactivan cuando se vuelven a exponer a la humedad, incluso años después. Los aditivos

impermeabilizantes se utilizan para mejorar la durabilidad del concreto, según investigaciones, esto se puede observar en diferentes partes del mundo. (p.3)

Flores y Blas (2014) describen que el concreto debe adaptarse a nuevos y más precisos requerimientos, que el concreto convencional en cuanto a mayor resistencia, durabilidad e impermeabilidad. Por lo tanto, el concreto está en constante cambio para lograr números más altos en cuanto a resistencia, durabilidad e impermeabilidad, evitando así problemas de flexión, tensión y compresión que pueden debilitar la estructura, donde la mejor solución es demoler la estructura. implica altos costos. (p.2)

Priya (2015) afirma que los aditivos químicos utilizados en la producción de concreto a veces pueden causar efectos negativos no deseados y positivos deseados. Estos efectos negativos pueden manifestarse como un fraguado retardado, una contracción rápida y un mayor riesgo de contracción. Algunos de estos defectos que resultan de las interacciones cemento-mezcla dependen de las propiedades del cemento, algunos de las propiedades de la mezcla y otros de las condiciones ambientales. (p.2)

Pavón (2001) menciona que el uso tanto de barreras protectoras como de aditivos impermeabilizantes es una buena solución para solucionar los problemas de fugas, por lo que estudiar los efectos de agregar aditivos químicos al concreto nos brinda información que vale la pena considerar. debe ser considerado en el diseño de concreto estructural en tanques de acuerdo con ACI 211 "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete" para garantizar el uso correcto y el beneficio de cada aditivo sobre los demás para mejorar la durabilidad. (p.1)

Por ende, el propósito de esta investigación es evaluar si al querer mejorar una propiedad del concreto suministrándole un aditivo esta pueda afectar negativamente o positivamente a otra propiedad del concreto que haya sido diseñada. Ya que un aditivo puede mejora las características del concreto, tales como trabajabilidad, asentamiento, exudación, resistencia, etc. Sin embargo, al incorporar un aditivo y querer mejorar alguna propiedad del concreto, podemos perjudicar a otra.

Formulación del Problema

Al concluir la presente investigación me permitiré responder la siguiente interrogante.

¿Cómo influirá los aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT – 100 y Sika I) en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas (represas, reservorios, canales, entre otros)?

1.2. Objetivos

Objetivo General

Determinar la influencia de los aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT – 100 y Sika I) en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas.

Objetivos Específicos

Determinar las características físicas y mecánicas del agregado a utilizar en el diseño de mezcla del concreto.

Realizar el diseño de mezcla patrón y con adiciones de los aditivos Sika WT-100 y Sika I Líquido.

Determinar y comparar la resistencia del concreto patrón y el concreto con el aditivo Sika WT – 100 y Sika I líquido con diferentes tratamientos.

Evaluar si el uso del aditivo Sika WT – 100 y Sika I líquido influye en la resistencia del concreto a la compresión.

Realizar la contrastación de la hipótesis mediante el ANOVA y analizar el tratamiento óptimo mediante la prueba DUNCAN.

1.3. Justificación del Proyecto

Justificación Teórica.

Los resultados de la presente investigación titulada “Influencia de los aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT – 100 y Sika I) en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas”, contribuyo un nuevo conocimiento sobre los ya existentes. Así mismo, servirá como antecedentes para futuras investigaciones.

Justificación Metodológica.

La investigación fue experimental puro, debido a que se manipularon los porcentajes de las dosificaciones de los aditivos impermeabilizantes, como en el aditivo Sika WT-100 que se empleó tres tratamientos de 1%, 2%, 3% y para el aditivo Sika 1 líquido es también se empleó tres tratamientos de 2%, 3%, 4%; y las cuales fueron ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días de curado, con tres repeticiones cada uno.

Justificación Práctica.

El problema del uso de los aditivos impermeabilizantes a diferentes porcentajes, aumentan la resistencia a la compresión del concreto, en consecuencia, la presente investigación trató de encontrar el equilibrio entre las dosificaciones y la resistencia a la compresión.

1.4. Importancia del Proyecto

La finalidad de este proyecto de investigación, es la de ampliar los conocimientos que se tiene sobre el uso de aditivos impermeables y de esta manera darle un adecuado empleo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. También nos permitirá conocer y determinar cómo influyen los aditivos impermeables Sika WT – 100 y Sika I líquido en la resistencia del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas (represas, reservorios, canales, etc.). Además, conoceremos que es lo que sucede con la resistencia del concreto cuando se emplea diferentes dosificaciones ya sea más o menos a la reglamentada de su hoja técnica del aditivo. Todo este estudio se realizó para mejorar la vida útil, reduciendo costos en la construcción y mantenimiento de la estructura y evitar la pérdida de agua.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

Internacionales

Limón (2016), publicó en la tesis para optar por el grado de: maestro en ingeniería titulada “*Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad*”, en la Universidad Nacional Autónoma de México, Su **objetivo** era utilizar tres aditivos reductores de permeabilidad (ARP) con recomendaciones de la literatura que mostraron buenos resultados en la producción de concreto de baja permeabilidad más duradero. Además, evaluar el desempeño de cada aditivo en la preparación de mezclas de concreto y comparar los resultados con concretos que contienen aditivos minerales (humo de sílice) para determinar el comportamiento y diseño de concretos de baja permeabilidad. **Método:** El estudio es aplicado y descriptivo. De acuerdo con los **resultados** y las dosificaciones manejadas, el aditivo reductor de la permeabilidad KIM de Kryton (8 kg/m³) presentó un mejor desempeño y tendencia en comparación con los otros aditivos reductores de la permeabilidad utilizados en este estudio, en cuanto a los valores obtenidos tanto de resistencia a compresión como a tensión indirecta son bastante uniformes, ya sea para los concretos con aditivos reductores de la permeabilidad (ARP) como para los que incluyen humo de sílice; se alcanza un incremento promedio del 5% en comparación con la mezcla testigo a cualquier edad de ensaye.

Oquendo (2013), publicó en la tesis para optar por el título de Ingeniero de Materiales titulada “*Evaluación y Selección de Aditivos Impermeabilizantes para concreto con resistencia de 450kgf/cm²*”. Miranda, Caracas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar., su objetivo fue evaluar el efecto impermeabilizante de los productos S1, SL, PA y X130 sobre un diseño de mezcla de 450 kg/cm² con asentamiento nulo, según las especificaciones utilizadas en la fabricación de dovelas en la Planta de Anillos Tejerías. **Método:** El estudio es aplicado y descriptivo. De acuerdo con los resultados De acuerdo con los **resultados** solo se realizó el análisis de la resistencia en los concretos modificados con los aditivos impermeabilizantes S-1 y X-130 donde se observó que el aditivo X-130 manifestó una mayor resistencia del concreto con un valor de 503 kg/cm² aumentando en un 12% con respecto al concreto patrón en cambio el concreto con el aditivo S-1 manifestó una resistencia

de 491 kg/cm² aumentando solo un 9% con respecto al concreto patrón. Y sustenta que dicho comportamiento de esperarse ya que estos aditivos aumentan las reacciones de hidratación fomentando la resistencia mecánica en un tiempo.

Nacionales

Castañeda (2021) publicó en la tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulada “*Efecto del aditivo SikaCem Impermeable y Sika WT-100 en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para cimentación.*”. Cuyo **objetivo** fue determinar la influencia de los aditivos SikaCem impermeable y Sika WT-100 en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para cimentación.”. **Método:** En la investigación, se utilizó el diseño experimental puro, puesto que todas las muestras realizadas en las probetas son iguales, realizadas bajo una muestra patrón, además se adicionará SikaCem Impermeable con dosificaciones de 2% y 3%, también Sika WT-100 con una dosificación de 2% que se procesarán en laboratorio a los 7, 14 y 28 días. **Resultados:** Se observó que el concreto elaborado con aditivo Sika WT-100 al 2%, fue el que obtuvo mejores resultados, alcanzando una resistencia de hasta 419 kg/cm² aumentando un 26% en relación al concreto patrón a los 28 días de curado y el segundo que también logro mejorar su resistencia fue SikaCem Impermeable al 3% logrando una resistencia 351 kg/cm² aumentando en un 8% en relación al concreto patrón pero no obstante el que no logro un buen resultado fue el aditivo SikaCem Impermeable 2% logrando una resistencia 351 kg/cm² reduciendo en un 2% en relación al concreto patrón.

Fernández y Huamán (2019) publicaron en la tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulada “*Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto f’c=280 kg/cm², Carapongo, Lurigancho, Lima 2019.*”. Cuyo **objetivo** fue evaluar la adición del aditivo impermeabilizante por cristalización para la reducción de la permeabilidad del concreto y como se incrementa en la resistencia a la compresión en el concreto f’c = 280 kg/cm².” **Método:** El método de investigación es de tipo aplicada, tiene un diseño experimental a nivel de correlación y un enfoque cuantitativo. Para realizar diversas pruebas físicas y determinar sus características, se analizó para ensayar las probetas sin aditivo o patrón y añadiendo aditivos con tratamientos de 1%, 2% y 3% de la masa de cemento. Para ello se analizaron 12 muestras de cada edad, ensayadas a los 7, 14 y 28 días

de curado, para el ensayo de resistencia a la compresión y para el ensayo de permeabilidad a los 28 días de curado. **Resultados:** El aditivo impermeabilizante por cristalización redujo la trabajabilidad con respecto al asentamiento, pero el resultado de la resistencia a la compresión el que obtuvo mejores resultados fue con la dosificación de 1% el cual aumento la resistencia en un 17.1% respecto al concreto patrón, mientras que el tratamiento de 2% aumento un 16.5% de su resistencia mientras que el tratamiento de 3% solo aumento en un 6.4% de su resistencia respecto al concreto patrón.

Benites y Moreno (2018) publicaron en la tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulada “*Influencia de los aditivos Sika wt-100, Sika 1 líquido y Sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, Trujillo, 2018.*” Cuyo **objetivo** fue determinar de qué manera influyen los aditivos impermeabilizantes Sika WT-100, Sika 1 líquido y Sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto. **Método:** El diseño de investigación es experimental puro debido a que se manipula de manera intencional el aditivo impermeabilizante Sika WT-100, Sika 1 líquido y Sika 1 en polvo, para analizar las consecuencias que generan en el concreto. **Resultado:** El uso de los aditivos Sika WT-100, Sika 1 en Polvo y Sika 1 líquido 2%, 3% y 4% influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en un 19.43%, 18.48%, 14.90%, 9.48% y 8.06% respectivamente en comparación con el concreto patrón a los 28 días. Así mismo, se disminuyó la permeabilidad del concreto con aditivo Sika WT-100, Sika 1 en Polvo y Sika 1 líquido 2%, 3% y 4% en un 90.91%, 88.75%, 69.70%, 76.19% y 78.79% respectivamente en comparación con el concreto patrón a los 28 días.

Carahuatay (2018) publicó en la tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulada “*Influencia del aditivo chemaplast Impermeabilizante en las propiedades físico- mecánicas e hidráulicas del concreto, usando cemento Pacasmayo Tipo I y Tipo V (ASTM C-150)*”. Cuyo **objetivo** fue determinar la influencia del aditivo chemaplast Impermeabilizante en las propiedades físico- mecánicas e hidráulicas del concreto, usando cemento Pacasmayo Tipo I y Tipo V (ASTM C-150)”. **Método:** La aplicación del experimento se realizó de manera experimental del tipo en bloque completo al azar, porque estudiaremos el diseño del concreto sin aditivo o patrón y otro adicionando diferentes porcentajes de aditivo. Los **resultados** obtenidos muestran que, la proporción óptima fue 400 ml por bolsa de cemento. Usando el cemento Portland Normal Tipo I se llegó a una resistencia a compresión de 328.13 kg/cm² aumentando su resistencia en un 12.93%

respecto al concreto patrón y un coeficiente de permeabilidad de 1.47653×10^{-11} m/s, y con el uso del cemento Portland Normal Tipo V se obtuvo una resistencia a compresión de 341.94 kg/cm² y un coeficiente de permeabilidad de 5.20441×10^{-12} m/s, se incrementó la resistencia en 8.42% respecto al patrón. Se concluyó que al usar el cemento Portland Normal Tipo V se obtuvieron mejores resultados en cuanto a la resistencia y a la impermeabilidad del concreto.

Sota (2017) publicó en la tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulada “Influencia del aditivo Sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad”. Cuyo **objetivo** fue determinar la influencia del aditivo Sika 1, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, usando para ello un porcentaje equivalente a 1, 3 y 5% del peso del cemento. **Método:** La aplicación del experimento se realizó de manera experimental porque se aplicó las variables experimentales no comprobadas de manera controlada, basada en conocimientos existentes, sobre las propiedades de resistencia mecánica y permeabilidad en especímenes de concreto. Los **resultados** de esta investigación muestran que la adición del aditivo Sika-1 en cantidad del 3% del peso del cemento, genera el máximo valor, aumentando la resistencia a la compresión en 41.29% con respecto a la resistencia de diseño (210kg/cm²) y disminuyendo el coeficiente de permeabilidad de 5.91×10^{-11} m/s a 2.36×10^{-11} m/s, siendo 3% la cantidad de aditivo óptima que genera la mayor resistencia e impermeabilidad. Por otro lado, disminuye la porosidad de 11.01% a 6.92%, y la absorción de 4.96% a 3.08%, factores que son indispensable para una alta impermeabilización del concreto.

Gutiérrez y Salazar (2015) publicaron en la tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulada “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”. Cuyo objetivo fue 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. **Método:** La aplicación del experimento se realizó de manera experimental porque se realizaron experimentos para comprobar hipótesis causales, mediante la manipulación de variables independientes para estudiar sus efectos. Los **resultados** de los diseños de concreto patrón, WT – 100 al 2% y WT – 200 al 2%, con respecto a la resistencia a la compresión a los 28 días con una relación agua/cemento de 0.40, fueron 637, 621 y 632 kg/cm² respectivamente; donde se observa una disminución de resistencia con respecto al patrón de 3% y 1%

respectivamente, en cuanto a la permeabilidad se concluye que el diseño de concreto patrón y el diseño de concreto WT – 100 alcanzan una media permeabilidad y que el diseño de concreto WT – 200 alcanza una baja permeabilidad, con una relación agua/cemento de 0.40.

2.2. Bases Teóricas

Estructuras Hidráulicas

Guevara (1992) manifiesta que son construcciones diseñadas para contener o discurrir líquidos (agua) permanentemente, estas pueden ser: represas, reservorios, canales, etc. “Las estructuras hidráulicas son obras de ingeniería necesarias para lograr el aprovechamiento del recurso hídrico y controlar su acción destructiva. Trabajan en la mayoría de los casos en combinación con elementos y equipos mecánicos” (p.1).

Según Córdova y Linares (2016) menciona que tenemos varias obras hidráulicas de las cuales definiremos algunas de ellas.

Estructura de Captación. Llamada también “bocatoma “, es una estructura de concreto armado que ha sido colocada en el cauce del río, esta tiene la función de captar las aguas que fluye por el río y llevarla hacia el sistema de conducción.

El Desarenador. Es una estructura que permite eliminar las partículas sólidas transportadas por un curso de agua y mayores a un cierto diámetro. El agua captada transporta pequeñas partículas de materia sólida en suspensión compuesta de materiales abrasivos (como arena) que van depositándose en el fondo de los canales disminuyendo su sección.

Canales. Los canales son conductos en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

Caídas Inclinadas. Las caídas inclinadas se proyectan cuando hay pendientes fuertes y el tramo es corto, el agua llega por el canal (flujo uniforme y sub crítico) a la sección de control, cuando pasa esta sección el agua corre por el tramo inclinado y el flujo es variado y supercrítico, al final del tramo, se proyecta la poza de disipación, por el resalto hidráulico, pasado la poza le agua vuelve a su flujo sub crítico y uniforme.

Toma Lateral. Un canal según cualquiera sea su orden, derivan agua hacia otros ramales, para esto se construyen obras llamadas tomas laterales, estos dispositivos derivan, y regulan el agua de los canales tanto del principal como los de su ramal.

El Concreto

Sensico (2014) define al concreto como producto compuesto artificial que consiste en un aglutinante (pegamento) denominado pasta (mezcla de agua y cemento) en el que se insertan partículas de diferentes tamaños (agregados). (p.9)

Sánchez (2001) señala que el concreto como una mezcla de aglutinante (cemento portland hidráulico) y relleno (áridos o agregados), agua y, si es necesario, aditivos, que después del endurecimiento forman un todo compacto (piedra artificial) y después de un tiempo después de la solidificación tienen la capacidad de soportar altas cargas compresivas. (p.19)

Al respecto Salamanca (2001) menciona que la pasta de cemento es un componente activo que rodea el agregado y llena los espacios entre ellos. Funciona primero como lubricante y luego como adhesivo. Pueden quedar burbujas de aire después de aplicar el concreto. (p.34)

Propiedades Principales del Concreto

Trabajabilidad. Gutiérrez (2003) afirma que es una propiedad del concreto fresco, entendida como la capacidad del concreto de instalarse y compactarse correctamente para no provocar separaciones o desmoronamientos al final del fraguado inicial; esta propiedad está relacionada con su plasticidad, ya que se define como la capacidad del hormigón fresco para moldearse en la superficie de un encofrado y tomar su forma cuando se retira el encofrado. (p.55)

Durabilidad. Troxell y Kelly (1968) mencionan que esta propiedad explica que el concreto deba soportar las condiciones climáticas (ciclos de congelación y descongelación), los efectos de los productos químicos y el desgaste al que está expuesto durante su uso. (p.23)

Consistencia. Rivva (2010) afirma que la consistencia es una propiedad de una mezcla de concreto que determina su contenido de humedad por la tasa de flujo, lo que significa que cuanto más húmeda esté la mezcla, más fácilmente fluirá el concreto durante la colocación. (p.208)

Impermeabilidad. Esta es una propiedad importante del concreto, que a menudo se puede mejorar reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.

Resistencia. Según Wadell (1968) manifiesta que es una propiedad del concreto que casi siempre causa preocupación. Por lo general, está determinado por la resistencia a la compresión de la muestra; pero a veces debido a la flexión o resistencia a la tracción. Debido a que el concreto tiende a ganar resistencia durante un largo período de tiempo, la resistencia a la compresión de 28 días es la medida más común de esta propiedad. (p.105)

Estados del Concreto.

IMCYC (2004) menciona que el concreto tiene tres estados durante el proceso de construcción.

Estado Fresco. Al principio, el concreto parece "masa". Es suave y se puede trabajar o moldear en diferentes formas. Y así queda durante la colocación y compactación. Las propiedades más importantes del hormigón fresco son la trabajabilidad y la cohesión. (p.4)

Estado Fraguado. Entonces el concreto comienza a endurecerse. Cuando deja de estar blando, se denomina endurecimiento del concreto, que se produce después de la compactación y el acabado. (p.4)

Estado Endurecido. Una vez que el concreto se endurece, comienza a fortalecerse y endurecerse. Las propiedades del concreto endurecido son la resistencia y la durabilidad. (p.5)

Componentes del Concreto

Pasquel (1998) define que para el concreto tiene cuatro componentes: cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y aire como elemento pasivo. Si bien los aditivos eran considerados un elemento opcional en la definición tradicional, son

prácticamente un ingrediente común en el mundo actual, pues su conveniencia para mejorar la trabajabilidad, resistencia y durabilidad está científicamente comprobada y es la solución más económica a largo plazo; cuando se tienen en cuenta los ahorros en mano de obra y las reducciones en los equipos de colocación y compactación, el mantenimiento, las reparaciones e incluso los costos de cemento. (p.13)

Cemento.

Sencico (2014) define que el cemento es un material pulverulento con propiedades aglomerantes. En contacto con cierta cantidad de agua (dosis), se forma una pasta aglomerante endurecedora, ya estaba bajo el agua, en contacto con el aire y forma compuestos estables. (p. 9)

Neville (1999) afirma que se pueden seleccionar diferentes materiales o sustancias para producir diferentes tipos de cemento en función de las propiedades requeridas. Del mismo modo, en el mercado se encuentran disponibles diferentes tipos de cemento Portland, pero también se pueden fabricar cementos para una aplicación específica. (p.45)

Composición Química del Cemento. Abanto (2011) indica que el cemento es una mezcla de muchos compuestos, no es práctico presentarlo con una fórmula química. Sin embargo, existen cuatro compuestos que componen más de 90% de cemento y son:

Tabla 1

Composición Química del Cemento

Nombre del Compuesto	Formula Química	Abreviatura
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Aluminoferrita tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

Nota: En la tabla se muestra la composición química del cemento. Tomado de: Abanto (2011). Tecnología del Concreto. (p.16)

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento Portland afecta el comportamiento del cemento a medida que pasa del estado plástico al estado endurecido después de la hidratación. (p.16)

Silicato Tricálcico (C3S): Esto le da al cemento portland hidratado una alta resistencia inicial. Cuando el C3S reacciona con el agua, se libera una gran cantidad de calor (calor de hidratación). La velocidad de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional al calor de hidratación.

Silicato Dicálcico (C2S): esta es la razón principal de la posterior durabilidad de la pasta de cemento; contribuye en gran medida al aumento de la resistencia en mayores de una semana.

Aluminato Tricálcico (C3A): En el proceso de producción, durante la trituración o molienda, el yeso agregado al cemento Portland se combina con C3A para controlar el tiempo de fraguado. El cemento con una pequeña cantidad de C3A es particularmente resistente a suelos y aguas que contienen sulfatos.

Aluminoferrita Tetracálcico (C4AF): Es similar al C3A en que se hidrata rápidamente y desarrolla poca resistencia, y también baja la temperatura de formación del Clinker, lo que ayuda en la producción de cemento. Hidrata con bastante rapidez, pero contribuye muy poco al poder de permanencia

Tipos de Cemento. En cuanto a los tipos de cemento utilizados en la industria de la construcción, según Sencico (2009):

Tipo I: Se utiliza cuando no se requieren funciones especiales.

Tipo II: Para uso general y donde se requiera una resistencia moderada a los sulfatos y un calor de fusión moderado, como en la construcción de pistas de aterrizaje, cerca del mar y en muelles o en la construcción de presas de concreto en masa.

Tipo III: Se utiliza cuando se requiere una alta resistencia inicial, por ejemplo, cuando una estructura de concreto debe cargarse lo más rápido posible o cuando es necesario retirarla unos días después de la vaciada.

Tipo IV: Se puede usar donde se requiere un bajo calor de hidratación, como cuando se vierten grandes cantidades de cemento, y donde no debe haber expansión durante el fraguado que luego puede contraerse cuando se produce el agrietamiento.

Tipo V: Se utiliza en lugares donde se requiere alta resistencia a los sulfatos, como revestimiento de canales, centrales hidroeléctricas o túneles.

Agregados

Rivera (2013) menciona que el agregado, también llamado árido, es un material granular, natural o artificial que se aglomera con cemento portland en presencia de agua para formar una unidad compacta (piedra artificial) llamada mortero o concreto. Pueden ser considerados áridos para morteros o mezclas concreto todos los materiales que con su suficiente resistencia (resistencia de partículas) no perturben ni perjudiquen las características y propiedades de las mezclas y garanticen una suficiente adherencia a la pasta endurecida. de cemento portland. (p.41)

Clasificación de los Agregados Para el Concreto.

Martínez (2009) aclara que los agregados incluyen la siguiente clasificación:

Por su Tamaño. Los agregados se dividen según el volumen de sus partículas:

Agregado Fino (Arena). Es el material que pasa en un 95 por ciento de sus partículas por el tamiz No. 4 (tamiz según norma estadounidense), de 4.76 mm (3/16”) de abertura entre hilos.

Agregado Grueso (Grava o Piedrín). Este es el material que permanece retenido en el tamiz de 150 mm (6 pulgadas), con partículas de un 95% más grandes que de 4.75 mm.

Por su Forma y Origen. Pueden ser naturales, artificiales y mixtos.

Naturales (canto rodado). Vienen del lecho del río. redondeado Este tipo es grava de río y arena. Produce concreto de alta calidad con mayores ventajas (trabajabilidad o durabilidad y economía) y por lo tanto debe preferirse a otros tipos si cumple con los requisitos de calidad, tamaño y bajos costos de operación. La

ventaja de este material es que la composición mineralógica de sus constituyentes no es uniforme.

Artificiales (Triturado). Derivado de la trituración de rocas de cantera. Los piedrines son de este tipo. Se utiliza cuando otros tipos de uso no son posibles o económicos. Aunque tiene las ventajas de una composición mineralógica más uniforme, este material con bordes afilados (bordes angulados) produce un concreto menos trabajable y consume más cemento, y tiene costos de operación más altos que la piedra redondeada.

Mixtos (Naturales y Artificiales). Derivado de la trituración de grava y generalmente mezclado con grava natural. Esta es una buena clase. Debido a su economía, se debe fijar un límite a la parte rota.

Por su Densidad. Los agregados pueden ser ligeros, normales o pesados dependiendo de su densidad.

Agregados Ligeros. Son los que tienen una densidad entre 500 - 1000 kg/m³, se utilizan en rellenos de concreto o mampostería estructural.

Agregados Normales. Son los que tienen una densidad de 1300-1600 kg/m³, se utilizan para concretos de uso general.

Agregados Pesados. Son los que tienen una densidad entre 3000 y 7000 kg/m³, se utilizan en hormigones pesados como en centrales nucleares o para fines especiales.

Agregado Fino

Palomares (2009) define como agregado fino los que pasan por un tamiz. NTP 9,51 mm (malla de 3/8") y retenido en un tamiz de 74 µm (malla 200); obtenido de la descomposición natural o artificial de la roca. El agregado puede consistir en arena natural o manufacturada o una combinación de ambas. Las partículas están limpias, preferiblemente angulares, duro, compacto y duradero.

El agregado fino no debe contener cantidades dañinas de polvo, grumos, escamas o partículas blandas, esquistos bituminosos, esquistos, álcali, materia orgánica, sales u otras sustancias nocivas. (p.36)

Agregado Grueso

Palomares (2009) define como agregado grueso resultante de la descomposición natural o mecánica de la roca dejada en el tamiz NTP 476 mm (N°4). El agregado grueso puede consistir en grava natural o escombros, piedra triturada; Debe consistir en partículas limpias, con piezas preferentemente de perfil angular o semiangular, duras, densas, duraderas y preferentemente gruesas, sin escamas, polvo, limo, materia orgánica, sales u otras sustancias nocivas. (p.40)

Propiedades Físicas de los Agregados

Granulometría. Ponce (2016) explica que la granulometría seleccionada idealmente debe ser continua y permitir alcanzar la máxima densidad del concreto con suficiente trabajabilidad, dependiendo de las condiciones de colocación de la mezcla. El grado seleccionado no debe tener más de 5 del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4”. Si se utilizan dos o más tamaños de agregado grueso, cada uno y su combinación deben cumplir con los requisitos de granularidad especificados. (p.54)

Curvas Granulométricas Meléndez (2016) menciona que para una mejor comprensión e interpretación de los resultados se utiliza el análisis granulométrico para representar gráficamente la llamada curva granulométrica o línea de cribado.

En una curva granulométrica, los porcentajes que pasa generalmente se muestran en una escala aritmética en el eje de ordenadas; y en las abscisas la apertura de tamices según escala logarítmica. (p.16)

Contenido de Humedad. Fernández (2016) nos dice que, la humedad es la cantidad de agua en el agregado en su estado natural. Esto es importante porque puede variar la relación agua - cemento en el diseño de la mezcla y, por lo tanto, afectar la durabilidad y trabajabilidad del concreto. (p.25)

Porcentaje de Absorción. Meléndez (2016) define al porcentaje de absorción como la capacidad de los agregados para capturar moléculas de agua en los poros creados por acción capilar. Su efecto se basa en la proporción de agua en el hormigón y la variabilidad de propiedades importantes como la durabilidad y la trabajabilidad.

El endurecimiento es muy importante para hacer un concreto fuerte. A fin de producir masa con el mayor contenido de materia seca posible. El concreto debe contener la menor cantidad posible de agua de mezcla. (p.14)

Módulo de Finura. Meléndez (2016) nos explica que el módulo de finura es un factor empírico que se puede utilizar para juzgar qué tan fino o grueso es un material. Se define como la centésima parte del número obtenido al sumar los porcentajes retenidos acumulados en la siguiente serie de tamices: (No.100), (No.50), (No.30), (No.16), (No.8), (No.4), (3/8"), (3/4"), (1½") y los tamices siguientes cuya abertura está en relación de 1 a 2 (p.16)

Tabla 2

Clasificación del Agregado Fino de Acuerdo con el Valor del Módulo de Finura

Módulo de Finura	Agregado fino
Menor que 2.00	Muy fino o extra fino
2.00 – 2.30	Fino
2.30 – 2.60	Ligeramente fino
2.60 – 2.90	Mediano
2.90 – 3.20	Ligeramente grueso
3.20 – 3.50	Grueso
Mayor de 3.50	Muy Grueso o extra grueso

Nota: En la tabla se muestra clasificación del agregado fino de acuerdo con el valor del módulo de finura. Tomado de: Meléndez (2016). Tecnología del Concreto. (p.16)

Peso Unitario. Fernández (2016) menciona que el peso unitario se obtiene dividiendo la masa de las partículas por el volumen total, incluidos los poros. Este procedimiento de determinación se rige por la NTP 00.017 y la ASTM C29.

Este es un valor útil para convertir pesos a volumen y viceversa, por ejemplo, para agregado grueso con un peso unitario alto, esto significa que queda muy poco espacio para rellenar con arena y cemento. (p.23)

Peso Específico. Meléndez (2016) explica que el peso específico de los agregados cobra importancia en la construcción cuando se requiere un límite de peso máximo o mínimo para el concreto. El peso específico es un indicador de calidad. (p.14)

Tamaño Máximo. Fernández (2016) indica que Para lograr una resistencia a la compresión óptima del concreto con una relación agua-cemento baja, varios investigadores han concluido que el tamaño máximo utilizado debe variar de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ ", no se recomiendan tamaños mayores de 1". Los agregados más pequeños ayudan a producir concreto más fuerte porque hay menos espacio alrededor de las partículas y menor concentración de tensión debido a la diferencia en el módulo de elasticidad de la pasta y el agregado.

Según (NTP 400.037, 2014, p.6) es el tamaño máximo de agregado es el tamiz más pequeño por el que pasará el 100% de la muestra.

El tamaño máximo de agregado grueso puede ser el mismo, aunque los tamaños de grano sean muy diferentes. Esto debe tenerse en cuenta al elegir los agregados. (p.26)

Tamaño Máximo Nominal. El tamaño máximo nominal corresponde al tamiz más pequeño de la serie utilizado para proporcionar la retención inicial. Los tamaños máximos y nominales generalmente se dan solo para agregados gruesos.

Ponce (2016) menciona que el tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de:

Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; o

Un tercio del peralte de las losas; o

Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras y tendones (p.54)

Agua

Gutiérrez (2003) señala que el agua es un elemento muy importante para la mezcla de concreto, porque cuando entra en contacto con el cemento, forma su propiedad aglutinante. El volumen de agua se calcula en relación con el volumen de cemento, porque

es necesaria la hidratación del cemento. Una cantidad excesiva de agua en la mezcla de hormigón reduce la resistencia, por lo que en los casos en que se desee una mezcla líquida, no se hace aumentando la cantidad de agua, sino añadiendo un determinado aditivo. El agua utilizada en la producción del concreto y mortero no debe contener sustancias nocivas. (p.46)

Aditivos

Gutiérrez (2003) menciona que los aditivos son aquellos productos que se añaden al concreto y que permiten cambiar las propiedades del concreto de forma predecible y controlable. Los aditivos son materiales distintos del agua, los agregados, el cemento hidráulico y los aditivos que se usan como ingredientes en el concreto y se agregan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado para mejorar sus propiedades para condiciones específicas. (p. 99)

Tipos de Aditivos. Abanto (2011) explica que los aditivos son considerados en la norma de acuerdo a la siguiente clasificación (p.44):

Plastificante y Reductor de Agua, este aditivo mejora la consistencia del concreto y reduce la cantidad de agua de mezcla necesaria para producir concreto de cierta consistencia.

Retardador, lo que aumenta el tiempo de curado del concreto.

Acelerador, lo que acorta el tiempo de endurecimiento del concreto y el desarrollo de la resistencia inicial.

Plastificante y Retardador, Esto reduce la cantidad de agua de mezcla requerida para un solo concreto consistente y ralentiza el endurecimiento.

Plastificante y Acelerador, este aditivo reduce la cantidad de agua de amasado necesaria para producir concreto de cierta consistencia y acelera su endurecimiento y fortalecimiento.

Incorporadores de Aire, aumentan la resistencia de concreto ante la influencia de las heladas, ya que se introducen pequeñas burbujas en la mezcla de cemento endurecido. Estas burbujas actúan como amortiguadores de las tensiones causadas por la congelación o descongelación.

Adhesivos, que mejoran la adherencia con el refuerzo.

Aditivos Impermeabilizantes. Sika (2018) afirma que, la función principal de estos aditivos es reducir la permeabilidad del concreto, ya que tienden a minimizar la cantidad de líquido que entra en el hormigón. El agua ingresa al concreto a través de grietas en la superficie del concreto, también ingresa a través de poros capilares. Los aditivos impermeabilizantes también tienen la función adicional de contribuir a la protección contra la corrosión del acero con el concreto armado, minimizando el contacto con agua ajena al proceso de hidratación del cemento de acero de refuerzo, protegiendo así la mecánica de integridad. (p. 25)

Sika WT-100

Según la Hoja técnica Sika WT-100 manifiesta que es un aditivo impermeabilizante libre de cloruros que reduce la permeabilidad del hormigón y aumenta la trabajabilidad, reduciendo así la relación agua/cemento. Este aditivo tiene las siguientes ventajas: Reduce la absorción de agua y reduce la penetración de agua bajo presión. El uso de este aditivo es en cimentaciones, estacionamientos, instalaciones, túneles, albercas, estructuras de contención de agua, estructuras de presas, depuradoras, estructuras de agua (presas, albercas, canales, etc.). (p.1)

Para la preparación y aplicación del aditivo se debe ser el 2% de Sika WT-100 por peso del cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos.

Sika I Líquido

Según la Hoja técnica Sika 1 Líquido menciona que es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado normal para morteros y concretos. Las principales ventajas de este aditivo son aumentar la impermeabilidad del mortero/hormigón, su fácil aplicación y su ausencia de cloruros. Este aditivo se utiliza para morteros de albañilería y losas de piedra, concreto armado y hormigón armado, ladrillo, sustratos de hormigón y piedra, en interiores y exteriores, como sótanos, piscinas, túneles, tanques de agua, pozos, alcantarillas, para uso en zonas tropicales y cálidas. clima. (p.1)

La dosificación del Sika I líquido es 10 partes de agua, lo que equivale a aproximadamente el 3% del contenido de cemento. Cuando se utiliza arena muy húmeda, la proporción debe aumentarse a 1: 8 o en casos extremos 1: 6.

2.3. Definición de Términos Básicos

Agregados: También llamados áridos, son materiales inertes que combinan aglomerantes (cemento, cal, etc.) y agua para formar concretos y morteros.

Agregado Fino: Material proveniente de la descomposición de la roca de manera natural o artificial que pasa a través de un tamiz de 9,51 mm (3/8”) y se retiene en un tamiz de 0,074 mm (#200).

Agregado Grueso: Material contenido en en el tamiz N°4 (4.75mm), El agregado grueso consiste en grava natural o triturada, piedra triturada o agregado metálico natural o artificial.

Agua de Mezclado: El agua es una parte importante de la mezcla de concreto, ya que permite que el cemento ejerza su capacidad de unión.

ASTM: Acrónimo de Sociedad Estadounidense para Pruebas e Inspección de Materiales. (American Society for Testing and Materials).

Cantera: Lugar de extracción de los agregados para elaboración de mezclas de concreto.

Cemento: Se define como una mezcla de caliza quemada, hierro, sílice y alúmina.

Cementos Portland: Un proceso de cocción de arcilla-piedra caliza que, al hidratarse, produce un cemento con la misma resistencia que la piedra de la isla de Portland.

Concreto: Mezcla de agua+ cemento + arena + piedra + adiciones. Un material compuesto que da una apariencia plástica cuando se mezcla es fácil de trabajar, pero pierde su plasticidad con el tiempo y comienza a ganar fuerza y rigidez.

Consistencia: Es la resistencia que ofrece el cuerpo para sufrir una deformación.

Curado de Probetas de Concreto: Consiste en la cobertura completa de todas las superficies del patrón de concreto removido con agua.

Durabilidad: Capacidad del concreto para resistir la intemperie, el ataque químico, la abrasión (desgaste) y otros procesos degradantes de las condiciones de servicio.

Diseño de Mezcla de Concreto: Se define el proceso requerido para encontrar las proporciones requeridas de los componentes del concreto.

Especímenes de Concreto: Son las probetas de concreto elaboradas con el fin de investigación.

Estabilidad: Capacidad del concreto para retener sus propiedades en estado fresco a pesar de variaciones menores en las propiedades o cantidades de los constituyentes.

Fraguado: El término se utiliza para describir la transición del estado plástico al estado endurecido de las pastas de cemento.

Hipótesis: Esta es una suposición y una idea que puede no ser cierta según la información anterior.

Investigación Experimental: Esto se representa mediante la manipulación de variables experimentales no probadas.

Laboratorio de Ensayo de Materiales: Un lugar físico especialmente equipado con varios instrumentos y elementos o equipos para cumplir con los requisitos y necesidades de varios experimentos o investigaciones.

Módulo de Finura: Se define como el índice de espesor dominante en el grupo de partículas de agregado.

Resistencia a Compresión: La resistencia máxima que una muestra de concreto o mortero que puede soportar cuando se carga axialmente a una velocidad especificada en una máquina de ensayo.

Tamaño Máximo Nominal: Se define como el tamiz más pequeño que produce el primer residuo.

Trabajabilidad: Según ACI, la trabajabilidad es la propiedad del concreto fresco que determina la facilidad y homogeneidad de su mezclado, vertido, compactado y acabado.

Obras Hidráulicas: Son estructuras construidas para la captación, extraer, almacenamiento, regulación, control, gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos. Durante su construcción se deben tener en cuenta parámetros y criterios hidrológicos e hidráulicos.

2.4. Variables en Estudio y sus Interrelaciones

Variable Independiente

Los aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT-100 y Sika 1).

Variable Dependiente

Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Materiales

Materiales

Hormigón, Cemento Sol tipo I, aditivos impermeabilizantes en líquido (SIKA I Y SIKA WT-100) y agua potable.

Equipos de Laboratorio

Un horno ventilado que puede mantener la temperatura alrededor de la muestra a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Juego de tamices de las siguientes medidas: 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No.100 y No. 200.

Cono de Abrams, plancha metálica y varilla compactadora de acero, cilíndrica de 16mm (5/8") de diámetro con una longitud aproximada de 600 mm (24") para medir el Slump del concreto.

Martillo de goma para golpear las paredes laterales exteriores del molde de especímenes durante el vaciado de concreto.

Balanza de precisión al 0.1% de precisión.

Recipiente para la muestra (Taras).

Moldes para vaciado de probetas cilíndricas de 15cm x 30cm

Trompo Mezclador Eléctrico 210 Lt

Cucharón para llenar los moldes de los especímenes.

Equipos de Gabinete

Laptop e impresora

Programas de office 2019 (Word, Excel),

Papel bond

Libreta de campo.

3.2. Metodología

Tipo de Investigación

La investigación es aplicada – descriptiva. Según Carrasco (2007), la investigación es aplicada - descriptiva porque describe el proceso por el cual los resultados de una investigación se usan para crear nuevas técnicas en procesos ya existentes y, además, se diferencia en que tiene objetivos prácticos inmediatos y está definido, es decir, examina y luego actúa, cambia y produce cambios en una parte específica del entorno. (p.43)

Diseño de Investigación

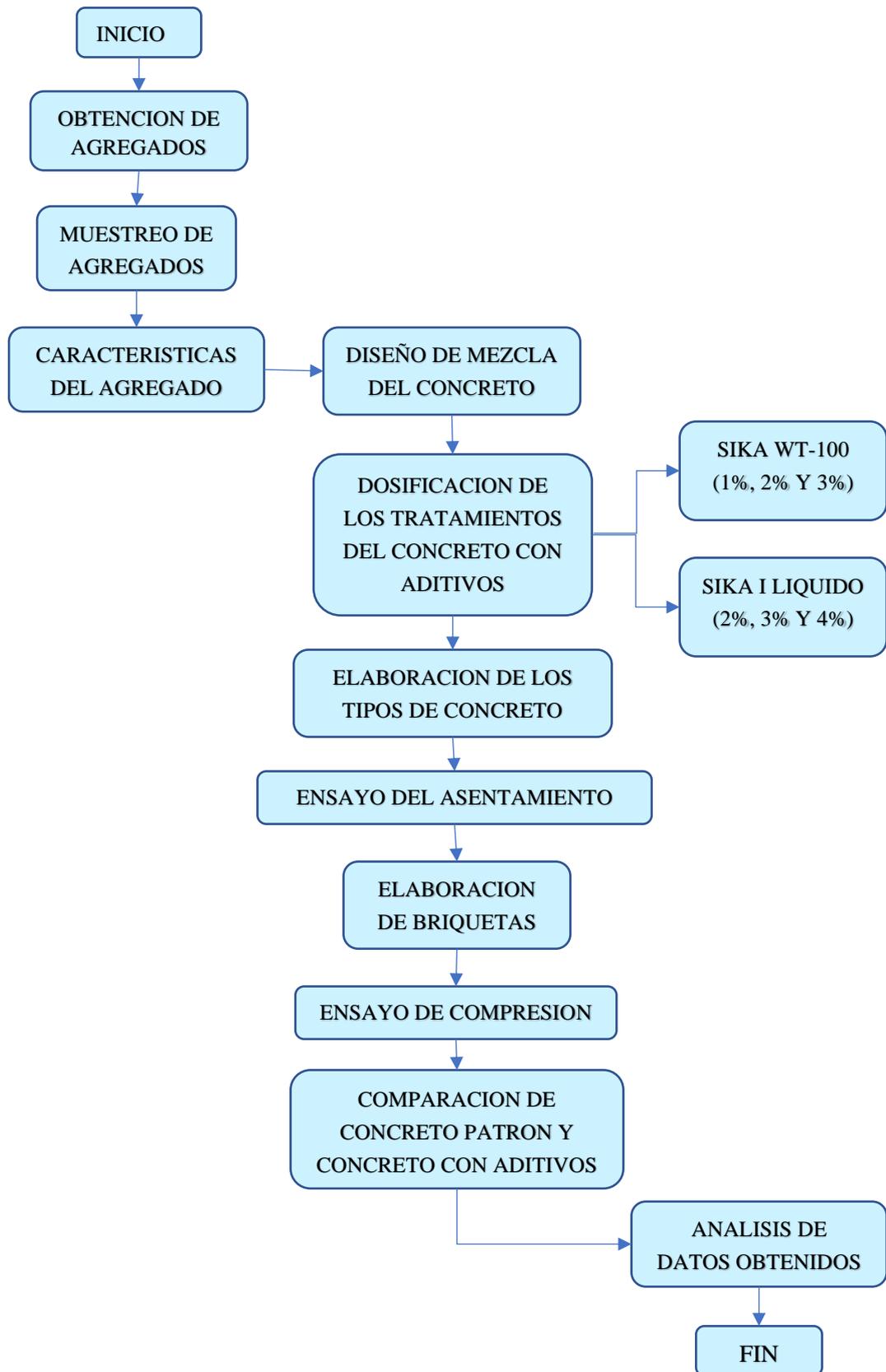
El diseño es experimental puro debido a que se va a manipular a voluntad del investigador las variables en condiciones controladas mediante el tratamiento de adición en porcentajes de aditivos impermeabilizantes. Según la secuencia temporal de esta investigación será TRANSVERSAL ya que los datos registrados serán representados en un momento del tiempo determinado donde las fuentes de invalidación interna son rechazadas, así como otras que lo permite en el momento. Según su naturaleza de datos que se utilizaran en esta investigación será del tipo CUANTITATIVA.

Diagrama de Bloques del Procedimiento Experimental

Se propone un diagrama de bloques del procedimiento experimental para el presente estudio, describiendo cada paso en el proceso de determinación del efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes.

Figura 1

Diagrama de la Investigación



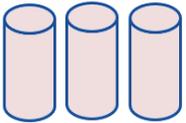
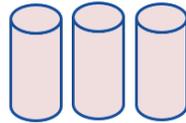
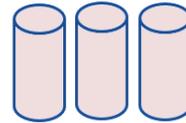
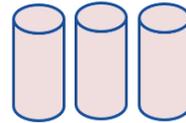
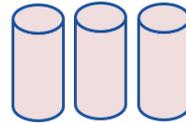
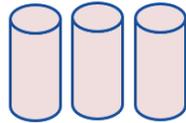
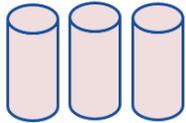
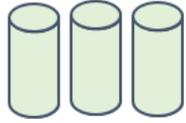
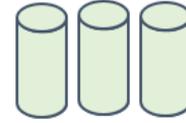
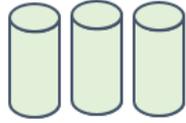
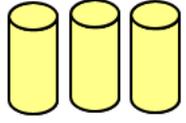
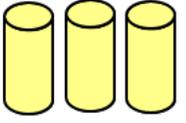
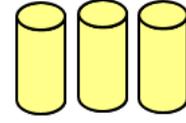
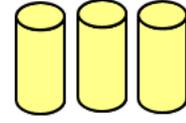
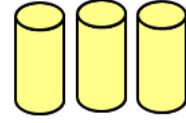
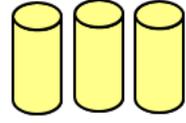
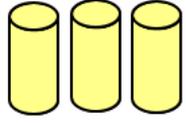
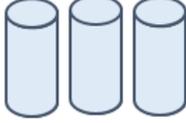
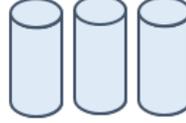
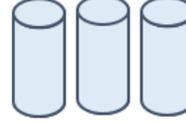
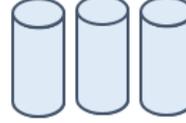
Población y Muestra

Población. Para el desarrollo de esta investigación estuvo conformada por 84 especímenes de concreto, de los cuales están 12 especímenes pertenecen a concreto patrón con una resistencia a la compresión de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, con tiempos de curado en 7, 14, 21 y 28 días. Los 36 especímenes estarán sometidos a tratamiento de adición de aditivo SIKA WT-100 en porcentajes de 1%, 2% y 3% respectivamente, curados en un periodo de 7, 14, 21 y 28 días con dosificaciones y diseños de mezclas para lograr resistencia de concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$. Y los últimos 36 especímenes estarán sometidos a tratamiento de adición de aditivo SIKA I líquido en porcentajes de 2%, 3% y 4% respectivamente, curados en un periodo de 7, 14, 21 y 28 días con dosificaciones y diseños de mezclas para lograr resistencia de concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$. Las probetas cilíndricas serán de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura los cuales se ensayarán en laboratorio según la normativa para curado NTP 339.033, NTP 339.183, NTP 339.037 y NTP 339.216 y las normas NTP 339.034 y ASTM C39 para determinar la resistencia de concreto a la compresión.

Muestra. Para el desarrollo de esta investigación no se considerará los criterios de exclusión por lo que la muestra será igual a la población, trabajando con 84 probetas cilíndricas con medidas de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto. De las muestras se tiene 12 especímenes de concreto patrón, 36 especímenes con tratamiento de adicionados porcentuales de aditivo SIKA WT-100 para una resistencia de concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ y 36 especímenes con tratamiento de adicionados porcentuales de aditivo SIKA I líquido para una resistencia de concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$. (ver figura 2)

Figura 2

Bloque Completo Al Azar

Días de curado	"Influencia de los aditivos impermeabilizantes en líquido (SIKA WT – 100 y SIKA I) en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm2 para su uso en obras hidráulicas"						
	Patrón (Sin Aditivo)	Concreto con aditivo Sika WT-100			Concreto con aditivo Sika I líquido		
		1 % Sika WT-100	2 % Sika WT-100	3 % Sika WT-100	2% Sika I líquido	3% Sika I líquido	4% Sika I líquido
7 días							
14 días							
21 días							
28 días							

Hipótesis

Hipótesis Nula

$$H_0 = t_1 = t_2 = \dots = t_{nA} = 0$$

Ho: Ningún aditivo impermeabilizante en líquido (Sika WT-100 y Sika 1) influyen en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas.

Hipótesis Alterna

$$H_a: t_1 \neq 0$$

Ha: Al menos algún aditivo impermeabilizante en líquido (Sika WT-100 y Sika 1) influyen en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas.

Contrastación de Hipótesis de la Investigación

Si $F_{cal} \geq F_{tabular}$ y $Pr < 5\%$ se acepta la hipótesis alterna, por lo tanto, existe diferencia significativa entre las medias a evaluar de esa manera se realizará la prueba F al 5% de probabilidad.

Si $F_{cal} < F_{tabular}$ y $Pr > 5\%$ se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias.

Coefficiente de Variación

Ecuación 1. *Modelo lineal DCA para encontrar el error*

$$CV_{(x)} = \frac{\sqrt{MSE}}{\bar{Y}} * 100$$

Donde:

$$\sqrt{MSE} = \text{Varianza estándar}$$

$$\bar{Y} = \text{Media}$$

Prueba de Duncan. Se hizo uso para calcular los rangos múltiples de las muestras de ensayo

Ubicación de la Cantera. La ubicación de la cantera Tacllán, está en la Provincia de Huaraz, Distrito de Huaraz al costado del río Santa, localizado en el Datum WGS84, Zona 18sur, 221827.00m E, 8944909.00m N, a una altitud de 3030 msnm. (Ver figura 4). Extraído de Google Earth.

Figura 4

Imagen Satelital de la Cantera



3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Material Agregado

El material agregado requerido para la elaboración del proyecto es proveniente de la cantera de Tacllán ubicada en el distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, Ancash, ya que dicha cantera presenta poca presencia de material orgánico u otros componentes que afecten el agregado.

Cemento Portland Tipo I

Para la fabricación de las probetas de concreto se ha utilizado Cemento de la marca “SOL” perteneciente al cemento portland tipo I, el cual es fabricado por la empresa Cementos Lima S.A., el mismo que cumple con la norma Técnica Peruana (NTP) 334.009 y la norma técnica americana ASTM C-150. Su presentación es en bolsas de 42.5 kg.

Aditivos Impermeabilizantes en Líquido Sika WT-100 y Sika I

Para el presente proyecto se utilizó los aditivos de la marca “Sika Perú” que son aditivos impermeabilizantes en líquido de fraguado normal para mortero y concreto.

El aditivo impermeabilizante Sika WT-100 su presentación es en cilindro de 200 litros y el aditivo Sika I en líquido su presentación es en galón plástico de 4 litros. Cabe resaltar que, para el aditivo Sika WT-100 se adquirió solo una cantidad de 4 litros por la distribuidora minorista Sika – Chiclayo.

Agua

El agua que se empleó en la investigación fue agua obtenida del grifo del laboratorio en el que se realizaron los ensayos.

3.4. Técnicas de Procesamiento

Propiedades Físico Mecánicas de los Agregados

Análisis Granulométrico – Módulo de Fineza (NTP 400.012)

Análisis Granulométrico. Se cuarteo el agregado de hormigón, luego se tomó muestras de 0.5 kg a 0.6 kg de material; después se procedió a vaciar el agregado al conjunto de tamices estándar y proceder con el zarandeo, para finalmente ser extraído el material retenido en cada malla y luego pesarlo.

Tamaño Máximo. El tamaño máximo del agregado grueso es el tamaño correspondiente al tamiz más pequeño por el que pasó la muestra del agregado.

Peso Específico y Contenido de Absorción (N.T.P 400.021). Se empleó el método del cuarteo, donde se seleccionaron alrededor de 2 kg de material y se sumergieron en una cubeta de agua durante 2 horas para saturarlo; Después de 2 horas, se descartó el agua en la bandeja y la superficie de las partículas de relleno se secó con una franela para obtener un estado saturado de superficie seca y pesó aproximadamente 1 kg. A continuación, se colocó dicha muestra saturada superficialmente seca en un molde de alambre, anotando su peso en agua; y luego se horneó por 2 horas y finalmente se obtuvo el peso de la muestra seca.

Peso Unitario (N.T.P 400.017)

Peso Unitario Suelto. En un recipiente metálico de un tercio pie cubico, se vació el agregado (hormigón) en una sola capa, para que quedara uniforme sin necesidad de compactarlo con varilla metálica, y se pesó el conjunto; luego se pesó el recipiente metálico para determinar la masa de agregado suelto y finalmente se determinó el volumen del recipiente.

Peso Unitario Compactado. En un recipiente metálico de un tercio pie cubico, se vació el agregado (hormigón) plano, el llenado se realizó en tres capas con 25 golpes de compactación por capa utilizando una varilla metálica lisa; A continuación, se introdujo y pesó la tanda, luego se pesó el recipiente metálico utilizado para determinar la masa de árido compactado y finalmente se determinó el volumen del recipiente.

Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185). Se pesó dos muestras de más de 100 gramos de agregado grueso en su estado natural, se horneó la muestra por 2 horas y luego se pesó en seco.

Diseño de Mezcla

El diseño de la mezcla de concreto se realizó utilizando el método ACI Comité 211.

Para obtener un diseño de mezcla adecuado para una resistencia $f'c$ de 210 kg/cm², previamente se requerían los siguientes parámetros: resistencia de diseño, peso específico de los agregados, contenido de humedad, contenido de absorción, peso unitario suelto y compactado de los agregados, asentamiento, Análisis granulométrico y proporción agua/cemento.

Tabla 3

Datos del Agregado (Hormigón) Para el Diseño de Mezcla

Contenido de humedad (%)	Absorción (%)	Peso específico (Tn/m ³)	Peso Unitario suelto (kg/m ³)	Peso unitario compactado (kg/m ³)	Tamaño Máximo (pulg.)
6.52	1.55	2.62	1749	1924	1

Nota: En la tabla muestra los datos recabados de la caracterización del agregado (hormigón) para la elaboración de diseño de mezcla.

Tabla 4*Volumen Unitario de Agua (lt/m³)*

Asentamiento	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. Nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	***
Concreto con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	***

Nota: En la tabla muestra las estimaciones de la cantidad de agua requerida en la mezcla de concreto en función del tamaño máximo del agregado y del asentamiento, con aire incluido y sin él. Tomado de ACI comité 221.1, p. 98

Tabla 5*Contenido de Aire Atrapado en Función al Tamaño Máximo Nominal*

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado (%)
3/8"	3
1/2"	2
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Nota: En la tabla muestra Contenido de aire atrapado en función al tamaño máximo nominal. Tomado de ACI comité 221. (p. 98)

Tabla 6*Relación Agua/cemento por Resistencia*

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'_{cr}) (kg/cm ²)	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	***
450	0.38	***

Nota: En la tabla muestra la relación de agua/cemento en el diseño de mezcla de concreto, en función a la resistencia a la compresión requerida. Tomado de ACI comité 221. (p. 98)

Determinación del Slump o Asentamiento (N.T.P. 339.035)

Cuando se obtuvo la mezcla de concreto fresco, se determinó el asentamiento. Primero se colocó una base metálica en el piso, sobre la cual se colocó el cono de Abrams, el mismo que se debe sujetar por ambos lados presionando con los pies, luego se rellenó el concreto en tres capas, cada una de las cuales se compactó. una varilla de metal Con 25 golpes espaciados uniformemente, al final de la tercera capa, después de la compactación, se niveló, luego se retiró verticalmente el cono de Abrams y se colocó boca abajo sobre una base metálica junto a la mezcla, luego se colocó una varilla metálica. la posición se mide con una regla de paso. Si las especificaciones técnicas de la obra requieren cierta consistencia del concreto, se puede seleccionar el depósito de la siguiente tabla:

Tabla 7*Clasificación de la Mezcla Según su Asentamiento*

Clasificación de la mezcla según su asentamiento			
Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	poco trabajable	vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	vibración ligera chuseado
Fluida	>5"	muy trabajable	chuseado

Nota: En la tabla muestra se el asentamiento del concreto, en relación a la consistencia. Tomado de Curso Básico de Tecnología Del Concreto (2004, p.82).

Elaboración de Probetas de Concreto con Aditivo y Sin Aditivo

En este estudio, después de determinar el asentamiento, se fabricaron las probetas de ensayo de acuerdo con N.T.P. 339,183.

Inicialmente las mezclas de los grupos control se prepararon sin aditivos, luego las mezclas del grupo experimental se prepararon con los impermeabilizantes líquidos Sika WT-100 y Sika I en la proporción de (2%, 3%, 4%) y (1%, 2%, 3%) respectivamente.

Tabla 8*Cantidad de Especímenes Para la Investigación*

Tipo de concreto	7 días	14 días	21 días	28 días	Total
Concreto sin aditivo	3	3	3	3	12
Concreto + 1 % Sika WT-100	3	3	3	3	12
Concreto + 2 % Sika WT-100	3	3	3	3	12
Concreto + 3 % Sika WT-100	3	3	3	3	12
Concreto + 2 % Sika I Liquido	3	3	3	3	12
Concreto + 3 % Sika I Liquido	3	3	3	3	12
Concreto + 4 % Sika I Liquido	3	3	3	3	12
Total	21	21	21	21	84

Nota: En la tabla muestra la cantidad y distribución de especímenes que se utilizó en la investigación.

Los especímenes de concreto con aditivo, se elaboraron en las siguientes proporciones.

Tabla 9

Dosificación de los Aditivos Para la Investigación.

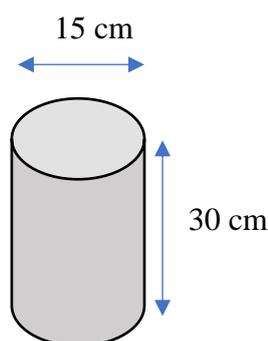
Aditivo	Dosificación	Descripción
Sika WT-100	1:1	1 % del peso del cemento
	1:2	2 % del peso del cemento
	1:3	3 % del peso del cemento
Sika I Liquido	1:2	1 % del peso del cemento
	1:3	2 % del peso del cemento
	1:4	3 % del peso del cemento

Nota: En la tabla muestra la cantidad de dosificación de los aditivos empleados en la investigación.

Se utilizó moldes cilíndricos para la elaboración de los especímenes de concreto sin aditivo y concreto con aditivos.

Figura 5

Moldes Cilíndricos Para el Ensayo de Resistencia a la Compresión



Nota: En la figura se muestra las dimensiones de los moldes cilíndricos que se utilizó para la elaboración de las probetas, para el ensayo de la resistencia de compresión.

Procedimiento. Se lubricaron los moldes con petróleo, luego se colocaron los moldes sobre una superficie plana, luego se llenó cada molde con 3 capas del mismo volumen de concreto, luego de terminada cada capa se compactó con una

varilla lisa de ½”, dando 25 golpes por capa a lo largo de toda la profundidad. Después de colocar cada capa, las paredes exteriores del molde se martillaron 10-15 veces con un martillo de goma, luego la superficie se niveló con una barra de presión y la superficie se niveló con una llana.

Inmediatamente después del moldeo y acabado de la superficie, las muestras se mantuvieron durante 24 horas en un ambiente que elimina la pérdida de humedad de las muestras, para luego desmoldar las muestras de concreto.

Curado de Probetas

Todos los especímenes cilíndricos se colocaron en una poza de curado del laboratorio donde permanecieron sumergidos durante 7, 14, 21 y 28 días según fuera necesario.

Ensayo de Resistencia a la Compresión

Se realizó de acuerdo a la Norma NTP 39.034; para ello, se codificó cada muestra, luego se pesó y se midió el diámetro y la altura de cada probeta. Después de recibir los datos, las muestras se colocaron en la máquina de prensado. La carga se aplica hasta que la muestra se rompe, luego la máquina se detiene cuando el concreto se rompe o la fuerza aplicada disminuye. Las muestras se ensayaron según su codificación y se registró el resultado informado por la máquina.

3.5. Modelo de Investigación Experimental

La investigación experimental se desarrolló utilizando el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 3 aditivos y 4 ensayos es decir (3Ax4E), los cuales fueron desarrollados para la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm². El análisis ANOVA se puede utilizar para determinar si existen diferencias entre las medias de tratamiento obtenidas mediante la prueba F.

Modelo Estadístico:

El modelo estadístico que se asociará a este diseño experimental será:

Ecuación 3. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i=1,2,3,\dots,n_A \\ j=1,2,3,\dots,n \end{array} \right.$$

Donde:

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = error asociado al ij-ésima unidad experimental.

$i=1,2,3$ (Número de tratamientos es decir aditivos)

$j=1,2,3,4$ (Número de bloques es decir ensayos)

Análisis de Varianza o ANOVA

Análisis de Varianza del experimento factorial, conducido en un diseño completo al azar, para efectos fijos.

Tabla 10

Análisis de varianza para un Diseño de Bloques Completos al Azar

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Tratamientos	$(t - 1)$	$\frac{\sum_{j=1}^r Y_{i.}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{Tratamiento}}{(t - 1)}$	$\frac{CM_{Tratamiento}}{CM_{ErrExp}}$
Bloque	$(r - 1)$	$\frac{\sum_{i=1}^t Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{Bloques}}{(r - 1)}$	$\frac{CM_{Bloque}}{CM_{Error}}$
Error	$(r - 1)(t - 1)$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{\sum_{i=1}^t Y_{i.}^2}{r} - \frac{\sum_{j=1}^r Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{Error}}{(t - 1)(r - 1)}$	
Total	$(Rt - 1)$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{rt}$		

Nota: En la tabla se muestra el análisis de varianza que se empleó en el tratamiento de resultados de la investigación presente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Propiedades de los Materiales

Después de determinar los puntos de muestreo del agregado, se recolectó una muestra representativa del agregado y se realizaron pruebas para medir las propiedades físicas del agregado de acuerdo con las normas ASTM.

Contenido de Humedad (ASTM D – 2216)

Ecuación 4. *Contenido de Humedad*

$$w\% = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100\%$$

Tabla 11

Contenido de Humedad del Agregado

Agregado (Hormigón)			
Frasco N°	M-1	M-2	
[2] Pfr + P.S.S. (gr)	211.3	188.39	
[1] Pfr + P.S.H. (gr)	200.64	182.25	
[3] Pagua (gr)	[1]- [2]	10.66	6.14
[4] Pfr (gr)		37.17	88.03
[5] P.S.S (gr)	[2] - [4]	163.47	94.22
[6] C. Humedad (%)	[3] / [5]	6.52	6.52
Contenido de humedad promedio		6.52%	

Nota: En la tabla muestra datos recabados en laboratorio, los cuales son certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo A.

Donde:

Pfr = Peso del frasco

P.S.H = Peso del suelo húmedo

P.S.S. = Peso de suelo seco

Pagua = Peso del agua

Análisis Granulométrico por Tamizado (Clasificación ASTM C-33)

Peso inicial seco:	2800.00	% Que pasa malla N° 200:	1.89
Peso lavado seco:	2750.00	% Retenido malla 3”:	0.00

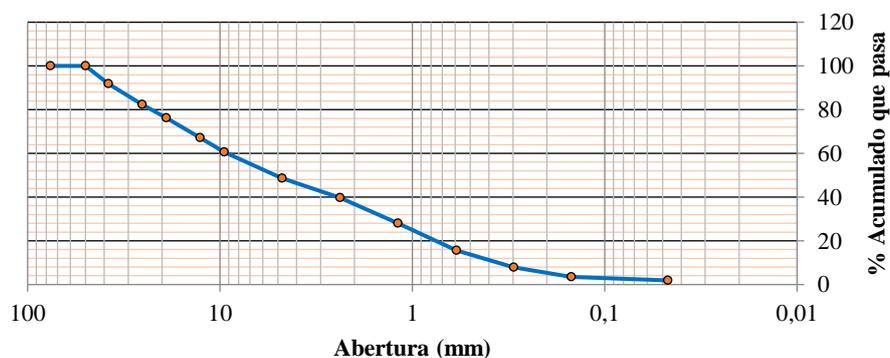
Tabla 12

Análisis Granulométrico del Agregado (Hormigón)

Análisis granulométrico del agregado (hormigón)					
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3”	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2”	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2”	38.100	227.90	8.14	8.14	91.86
1”	25.400	267.50	9.55	17.69	82.31
3/4”	19.045	171.80	6.14	23.83	76.17
1/2”	12.700	252.90	9.03	32.86	67.14
3/8”	9.525	183.30	6.55	39.41	60.59
N° 4	4.760	337.30	12.05	51.45	48.55
N° 8	2.380	247.60	8.84	60.30	39.70
N° 16	1.190	326.10	11.65	71.94	28.06
N° 30	0.590	348.90	12.46	84.40	15.60
N° 50	0.297	217.50	7.77	92.17	7.83
N° 100	0.149	121.70	4.35	96.52	3.48
N° 200	0.047	44.50	1.59	98.11	1.89
> N° 200	0.000	3.00	0.11	98.21	1.79
TOTAL		2750.00	98.21		

Figura 6

Curva Granulométrica del Agregado (Hormigón)



Peso Específico y Porcentaje de Absorción

Ecuación 5. *Peso Específico*

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso mat. y Sup seca en aire}}{\text{Peso Vol. Masa} + \text{Vol. Vacíos}}$$

Ecuación 6. *Porcentaje de Absorción*

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del Material Secado en Estufa}}$$

Tabla 13

Peso Específico del Material Agregado

Peso Específico del Agregado (Hormigón)			
Descripción		Und.	Ensayo
Tamaño Máximo de la muestra			1 1/2"
Tipo de Frasco utilizado			Probeta
Peso frasco + agua	= (A)	gr	1677.00
Peso mat. y Sup seca en aire	= (B)	gr	500.00
Mat. Sat. + agua + frasco: A + B	= (C)	gr	2177.00
Peso global con Desplaz. de vol.	= (D)	gr	1987.00
Peso Vol. Masa + Vol. Vacíos: C - D	= (E)	cm3	190.00
Peso Específico (Base saturada)	= (B/E)	gr/cm3	2.62

Nota: En la tabla muestra datos recabados en laboratorio, los cuales los cuales son certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo C.

Tabla 14

Porcentaje de Absorción del Material Agregado

Porcentaje de Absorción del Agregado (Hormigón)			
N° de Tarro			
			1
Peso del Tarro + Mat. SSS en Aire	= (a)	gr	250.34
Peso del Tarro +Mat. Secado en Estufa	= (b)	gr	247.29
Peso del agua (a-b)	= (c)	gr	3.05
Peso del Tarro	= (d)	gr	50.21
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	= (e)	gr	197.08
Porcentaje de absorción	= (c)x100/e	%	1.55

Nota: En la tabla muestra datos recabados en laboratorio, los cuales los cuales son certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo C.

Peso Unitario

Ecuación 7. *Peso Unitario Suelto Seco (PUSS)*

$$PUSS = \frac{\text{Peso}_{(\text{muestra suelta})}}{\text{Volumen del molde}}$$

Ecuación 8. *Peso Unitario Compactado Seco (PUCS)*

$$PUSS = \frac{\text{Peso}_{(\text{muestra compactada})}}{\text{Volumen del molde}}$$

Tabla 15

Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) – Agregado (Hormigón)

Agregado Grueso (Hormigón)				
Tipo de peso unitario	Und.	Peso unitario suelto		
Muestra	-	M-1	M-2	M-3
Peso de material + Molde	gr	5540.00	5550.00	5550.00
Peso del molde	gr	3908.00	3908.00	3908.00
Peso del material	gr	1632.00	1642.00	1642.00
Volumen del molde	cm ³	936.83	936.83	936.83
Peso unitario	gr/cm ³	1.742	1.753	1.753
Peso unitario promedio	gr/cm ³	1.749		

Nota: En la tabla muestra datos recabados en laboratorio, los cuales los cuales son certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo D.

Tabla 16

Peso Unitario Compactado Seco (PUCS) – Agregado (Hormigón)

Agregado Grueso (Hormigón)				
Tipo de peso unitario	Und.	Peso unitario suelto		
Muestra	-	M-2	M-3	M-3
Peso de material + Molde	gr	5720.00	5710.00	5700.00
Peso del molde	gr	3908.00	3908.00	3908.00
Peso del material	gr	1812.00	1802.00	1792.00
Volumen del molde	cm ³	936.83	936.83	936.83
Peso unitario	gr/cm ³	1.934	1.924	1.913
Peso unitario promedio	gr/cm ³	1.924		

Nota: En la tabla muestra datos recabados en laboratorio, los cuales los cuales son certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo D.

Diseño de Mezcla

La resistencia a la compresión de diseño propuesta es de 210 kg/cm² a los 28 días, que se considera la resistencia mínima de los componentes hidráulicos. Cabe resaltar que el diseño de mezcla está certificado por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo E.

Características de los Materiales

Tabla 17

Características de los Materiales Para el Concreto

Materiales	Características	
Cemento	Tipo	Portland Tipo I
	Marca	SOL
	Peso Especifico	3.15 gr/cm ³
Agregado (Hormigón)	Módulo de fineza	4.05
	Tamaño máximo	1”
	Peso especifico	2.62 Tn/m ³
	Contenido de humedad	6.52 %
	Absorción	1.55 %
	Peso seco suelto	1749 kg/m ³
	Peso seco compactado	1924 kg/m ³
Aditivo	Tipo: impermeabilizante	
	Marca: <i>SIKA WT-100</i>	
	Dosis 1: 1	(1 % del peso del cemento)
	Dosis 1: 2	(2 % del peso del cemento)
	Dosis 1: 3	(3 % del peso del cemento)
	Marca: <i>SIKA I LIQUIDO</i>	
	Dosis 1: 2	(2 % del peso del cemento)
Dosis 1: 3	(3 % del peso del cemento)	
	Dosis 1: 4	(4 % del peso del cemento)
Agua	Agua potable de la red publica	

Nota: En la tabla muestra el resumen de la caracterización del agregado (hormigón) determinados anteriormente, además del cemento, los aditivos y el agua; que serán utilizados para el diseño de mezcla.

Diseño de Mezclas de Concreto (Diseño: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$)

Datos del Agregado (Hormigón)

Módulo de fineza	=	4.05
Peso específico	=	2.62 Tn/m ³
Contenido de Humedad	=	6.52 %
Absorción	=	1.55 %
Peso seco suelto	=	1749 kg/m ³
Peso seco compacta	=	1924 kg/m ³

Valores de Diseño

Resistencia a la compresión ($f'c$)	=	210 kg/cm ²
Revenimiento	=	2 a 4 pulgadas
Tamaño Máximo	=	1 pulgada
Agua de Mezclado	=	202 kg/m ³
Factor de seguridad	=	85 kg/cm ²
$f'cr = f'c + \text{Factor de seguridad}$	=	295 kg
Aire Total (%)	=	1.50
Relación A/C	=	0.49
Contenido de Cemento	=	412 kg/m ³ = 9.7 bolsas

Volumen Absoluto de la Pasta

Volumen Absoluto de cemento	=	0.131 m ³
Volumen Absoluto de agua	=	0.202 m ³
Volumen Absoluto de aire	=	0.015 m ³
Volumen Absoluto de la pasta	=	0.348 m ³

Volumen absoluto del hormigón	=	0.652 m ³
Peso seco del hormigón	=	1708.6 kg/cm ³

Valores de Diseño:

Cemento	=	412.2 kg/m ³
Agua de diseño	=	202.0 lt/m ³
Hormigón	=	1708.6 kg/m ³

Corrección por Humedad del Hormigón:

Peso húmedo del hormigón = 1820.0 kg/m³

Humedad superficial del hormigón = 4.971 %

Aporte de humedad del hormigón = 84.9 lt/m³

Agua efectiva = 117.1 lt/m³

Valores de Diseño Corregidos

Cemento = 412.2 kg/m³

Agua de diseño = 117.1 lt/m³

Hormigón = 1820 kg/m³

Cantidad de Materiales por m³ de Concreto y Proporciones

Dosificación en peso resultante:

Cemento = 412.2 kg = 9.7 bolsas

Hormigón = 1820.0 kg.

Agua de mezclado = 117.1 kg.

Dosificación en volumen resultante:

Cemento = 412.2 kg. = 9.7 bolsas = 0.274 m³

Hormigón = 0.977 m³

Agua de mezclado = 0.117 m³ = 117 lt.

La proporción en volumen será:

Cemento	=	1.0
Hormigón	=	4.0

Dosificación Para una Probeta:

El diseño de la mezcla de concreto nos permitió calcular la cantidad de material requerido para cada probeta de concreto sin aditivo, y en base a esto se calculó la cantidad de aditivo impermeabilizante (Sika I líquido y Sika WT-100).

Dosificación Para una Probeta del Concreto Patrón

Tabla 18

Cantidad de Material Para el Concreto Sin Aditivo (Patrón o Testigo)

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	2.29	Kg
Agregado (Hormigón)	10.12	Kg
Agua	0.65	Kg

Nota: En la tabla se muestra la dosificación de los materiales para una probeta del concreto patrón.

Dosificación Para una Probeta con 1% de Aditivo Sika WT-100

Tabla 19

Cantidad de Material Para el Concreto con 1% de Aditivo Sika WT-100

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	2.29	Kg
Agregado (Hormigón)	10.12	Kg
Agua	0.65	Kg
Aditivo	22.90	gr

Nota: En la tabla se muestra la dosificación de los materiales para una probeta con 1% de aditivo Sika WT-100

Dosificación Para una Probeta con 2% de Aditivo Sika WT-100

Tabla 20

Cantidad de Material Para el Concreto con 2% de Aditivo Sika WT-100

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	2.29	Kg
Agregado (Hormigón)	10.12	Kg
Agua	0.65	Kg
Aditivo	45.80	gr

Nota: En la tabla se muestra la dosificación de los materiales para una probeta con 2% de aditivo Sika WT-100

Dosificación Para una Probeta con 3% de Aditivo Sika WT-100

Tabla 21

Cantidad de Material Para el Concreto con 3% de Aditivo Sika WT-100

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	2.29	Kg
Agregado (Hormigón)	10.12	Kg
Agua	0.65	Kg
Aditivo	68.70	gr

Nota: En la tabla se muestra la dosificación de los materiales para una probeta con 3% de aditivo Sika WT-100

Dosificación Para una Probeta con 2% de Aditivo Sika I Liquido

Tabla 22

Cantidad de Material Para el Concreto con 2% de Aditivo Sika I Liquido

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	2.29	Kg
Agregado (Hormigón)	10.12	Kg
Agua	0.65	Kg
Aditivo	45.80	gr

Nota: En la tabla se muestra la dosificación de los materiales para una probeta con 2% de aditivo Sika I liquido

Dosificación Para una Probeta con 3% de Aditivo Sika I Liquido

Tabla 23

Cantidad de Material para el Concreto con 3% de Aditivo Sika I Liquido

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	2.29	Kg
Agregado (Hormigón)	10.12	Kg
Agua	0.65	Kg
Aditivo	68.70	gr

Nota: En la tabla se muestra la dosificación de los materiales para una probeta con 3% de aditivo Sika I liquido

Dosificación Para una Probeta con 4% de Aditivo Sika I Liquido

Tabla 24

Cantidad de Material Para el Concreto con 4% de Aditivo Sika I Liquido

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	2.29	Kg
Agregado (Hormigón)	10.12	Kg
Agua	0.65	Kg
Aditivo	91.60	gr

Nota: En la tabla se muestra la dosificación de los materiales para una probeta con 4% de aditivo Sika I liquido

Asentamiento (NTP.339.035);

Tabla 25

Asentamiento (Slump) del Concreto

Aditivo	Asentamiento	
	cm	Pulgadas
Patrón	9.5	3.74
Sika WT-100 1%	12.2	4.80
Sika WT-100 2%	13.4	5.28
Sika WT-100 3%	14.9	5.87
Sika 1 líquido 2%	12.1	4.76
Sika 1 líquido 3%	13.2	5.20
Sika 1 líquido 4%	14.6	5.74

Nota: En la tabla se muestra los valores obtenidos en laboratorio a través del ensayo del cono de Abrams (ASTM-C143).

Resistencia del Concreto

Tabla 26

Control de la Resistencia del Concreto Patrón (Sin Aditivo)

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
Nº	Descripción	Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	%
1	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	05/12/2022	7	32,664.80	176.7	184.86		
2	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	05/12/2022	7	32,859.10	176.7	185.96	185.31	88.24%
3	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	05/12/2022	7	32,707.20	176.7	185.10		
4	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	12/12/2022	14	42,916.80	176.7	242.88		
5	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	12/12/2022	14	43,192.60	176.7	244.44	243.47	115.94%
6	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	12/12/2022	14	42,955.80	176.7	243.10		
7	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	19/12/2022	21	46,710.60	176.7	264.35		
8	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	19/12/2022	21	46,843.20	176.7	265.10	265.14	126.26%
9	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	19/12/2022	21	46,998.70	176.7	265.98		
10	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	26/12/2022	28	49,493.70	176.7	280.10		
11	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	26/12/2022	28	49,811.70	176.7	281.90	280.22	133.44%
12	Patrón (sin aditivo)	210	28/11/2022	26/12/2022	28	49,241.50	176.7	278.67		

Nota: En la tabla se muestra los resultados de la resistencia del concreto patrón, siendo 03 probetas ensayadas para cada edad de curado para los 07, 14, 21 y 28 días. Datos certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo F.

Tabla 27*Control de la Resistencia del Concreto con 1% de Aditivo Sika WT-100*

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
Nº	Descripción	Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	%
1	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	07/12/2022	7	46,012.70	176.7	260.40		
2	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	07/12/2022	7	45,906.70	176.7	259.80	259.70	123.67%
3	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	07/12/2022	7	45,747.60	176.7	258.90		
4	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	14/12/2022	14	54,856.50	176.7	310.45		
5	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	14/12/2022	14	55,132.20	176.7	312.01	310.32	147.77%
6	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	14/12/2022	14	54,512.00	176.7	308.50		
7	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	21/12/2022	21	57,736.70	176.7	326.75		
8	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	21/12/2022	21	57,454.00	176.7	325.15	326.45	155.45%
9	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	21/12/2022	21	57,860.40	176.7	327.45		
10	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	28/12/2022	28	58,666.20	176.7	332.01		
11	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	28/12/2022	28	58,867.60	176.7	333.15	332.24	158.21%
12	1 % Sika WT-100	210	30/11/2022	28/12/2022	28	58,586.70	176.7	331.56		

Nota: En la tabla se muestra los resultados de la resistencia del concreto con 1% de aditivo Sika WT-100, siendo 03 probetas ensayadas para cada edad de curado para los 07, 14, 21 y 28 días, así mismo muestra los datos de las cargas soportadas en las diferentes edades. Datos certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo J.

Tabla 28*Control de la Resistencia del Concreto con 2% de Aditivo Sika WT-100*

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
Nº	Descripción	Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	%
1	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,646.90	176.7	258.33		
2	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,570.90	176.7	257.90	258.51	123.10%
3	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,818.30	176.7	259.30		
4	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	53,743.30	176.7	304.15		
5	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	53,381.10	176.7	302.10	303.85	144.69%
6	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	53,946.50	176.7	305.30		
7	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	56,328.40	176.7	318.78		
8	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	56,058.10	176.7	317.25	318.01	151.43%
9	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	56,192.40	176.7	318.01		
10	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	57,365.70	176.7	324.65		
11	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	57,153.60	176.7	323.45	324.03	154.30%
12	2 % Sika WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	57,250.80	176.7	324.00		

Nota: En la tabla se muestra los resultados de la resistencia del concreto con 2% de aditivo Sika WT-100, siendo 03 probetas ensayadas para cada edad de curado para los 07, 14, 21 y 28 días, así mismo muestra los datos de las cargas soportadas en las diferentes edades. Datos certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo K.

Tabla 29*Control de la Resistencia del Concreto con 3% de Aditivo Sika WT-100*

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
Nº	Descripción	Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	%
1	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,606.30	176.7	258.10		
2	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,417.20	176.7	257.03	257.19	122.47%
3	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,312.90	176.7	256.44		
4	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	52,656.60	176.7	298.00		
5	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	52,373.90	176.7	296.40	298.13	141.97%
6	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	53,010.00	176.7	300.00		
7	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	54,291.10	176.7	307.25		
8	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	54,420.10	176.7	307.98	307.46	146.41%
9	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	54,273.40	176.7	307.15		
10	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	55,095.10	176.7	311.80		
11	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	55,201.10	176.7	312.40	312.37	148.75%
12	3 % Sika WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	55,289.40	176.7	312.90		

Nota: En la tabla se muestra los resultados de la resistencia del concreto con 3% de aditivo Sika WT-100, siendo 03 probetas ensayadas para cada edad de curado para los 07, 14, 21 y 28 días, así mismo muestra los datos de las cargas soportadas en las diferentes edades. Datos certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo L.

Tabla 30*Control de la Resistencia del Concreto con 2% de Aditivo Sika I Liquido*

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
Nº	Descripción	Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	%
1	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	06/12/2022	7	43,883.40	176.7	248.35		
2	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	06/12/2022	7	44,093.70	176.7	249.54	248.58	118.37%
3	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	06/12/2022	7	43,795.10	176.7	247.85		
4	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	13/12/2022	14	51,248.30	176.7	290.03		
5	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	13/12/2022	14	51,091.00	176.7	289.14	289.97	138.08%
6	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	13/12/2022	14	51,375.50	176.7	290.75		
7	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	20/12/2022	21	53,757.40	176.7	304.23		
8	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	20/12/2022	21	53,587.80	176.7	303.27	303.49	144.52%
9	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	20/12/2022	21	53,534.80	176.7	302.97		
10	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	27/12/2022	28	55,625.20	176.7	314.80		
11	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	27/12/2022	28	55,748.90	176.7	315.50	315.73	150.35%
12	2 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	27/12/2022	28	55,996.20	176.7	316.90		

Nota: En la tabla se muestra los resultados de la resistencia del concreto con 2% de aditivo Sika I líquido, siendo 03 probetas ensayadas para cada edad de curado para los 07, 14, 21 y 28 días, así mismo muestra los datos de las cargas soportadas en las diferentes edades. Datos certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo G.

Tabla 31*Control de la Resistencia del Concreto con 3% de Aditivo Sika I Liquido*

Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
Nº	Descripción	Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	%
1	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	06/12/2022	7	43,178.40	176.7	244.36		
2	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	06/12/2022	7	42,964.60	176.7	243.15	243.45	115.93%
3	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	06/12/2022	7	42,911.60	176.7	242.85		
4	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	13/12/2022	14	49,048.40	176.7	277.58		
5	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	13/12/2022	14	48,921.20	176.7	276.86	276.82	131.82%
6	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	13/12/2022	14	48,774.50	176.7	276.03		
7	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	20/12/2022	21	51,267.70	176.7	290.14		
8	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	20/12/2022	21	51,071.60	176.7	289.03	290.22	138.20%
9	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	20/12/2022	21	51,508.10	176.7	291.50		
10	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	27/12/2022	28	53,451.80	176.7	302.50		
11	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	27/12/2022	28	53,089.50	176.7	300.45	301.39	143.52%
12	3 % Sika I Liquido	210	29/11/2022	27/12/2022	28	53,227.70	176.7	301.23		

Nota: En la tabla se muestra los resultados de la resistencia del concreto con 3% de aditivo Sika I líquido, siendo 03 probetas ensayadas para cada edad de curado para los 07, 14, 21 y 28 días, así mismo muestra los datos de las cargas soportadas en las diferentes edades. Datos certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo H.

Tabla 32*Control de la Resistencia del Concreto con 4% de Aditivo Sika I Liquido*

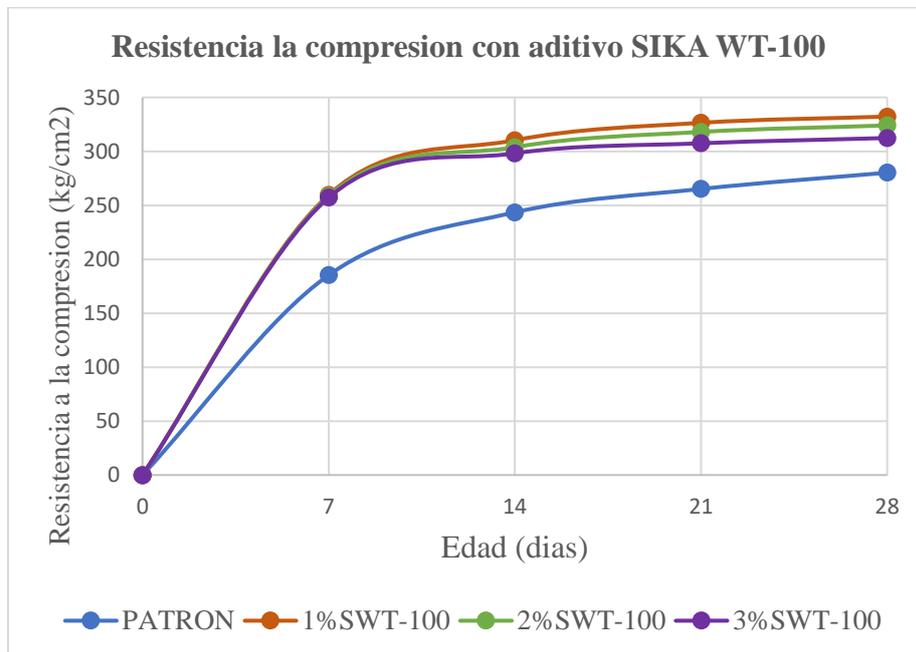
Briqueta	Diseño	Fecha	Edad	Carga	Área	f'c	Resistencia promedio	Porcentaje promedio		
Nº	Descripción	Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	Días	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	%
1	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	07/12/2022	7	41,764.80	176.7	236.36		
2	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	07/12/2022	7	41,551.00	176.7	235.15	236.09	112.42%
3	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	07/12/2022	7	41,833.70	176.7	236.75		
4	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	14/12/2022	14	47,788.50	176.7	270.45		
5	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	14/12/2022	14	47,656.00	176.7	269.70	269.71	128.43%
6	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	14/12/2022	14	47,528.80	176.7	268.98		
7	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	21/12/2022	21	50,085.60	176.7	283.45		
8	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	21/12/2022	21	49,988.40	176.7	282.90	283.45	134.98%
9	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	21/12/2022	21	50,184.60	176.7	284.01		
10	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	28/12/2022	28	51,794.30	176.7	293.12		
11	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	28/12/2022	28	51,967.50	176.7	294.10	294.11	140.05%
12	4 % Sika I Liquido	210	30/11/2022	28/12/2022	28	52,145.90	176.7	295.11		

Nota: En la tabla se muestra los resultados de la resistencia del concreto con 4% de aditivo Sika I líquido, siendo 03 probetas ensayadas para cada edad de curado para los 07, 14, 21 y 28 días, así mismo muestra los datos de las cargas soportadas en las diferentes edades. Datos certificados por el laboratorio 3R GEOINGENIERIA, ver Anexo I.

Tabla 33*Resistencia del Concreto con Aditivo Sika WT-100*

Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)				
Edad (días)	F'c Sin aditivo (Patrón)	F'c 1% Sika WT-100	F'c 2% Sika WT-100	F'c 3% Sika WT-100
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	185.31	259.70	258.51	257.19
14	243.47	310.32	303.85	298.13
21	265.14	326.45	318.01	307.46
28	280.22	332.24	324.03	312.37

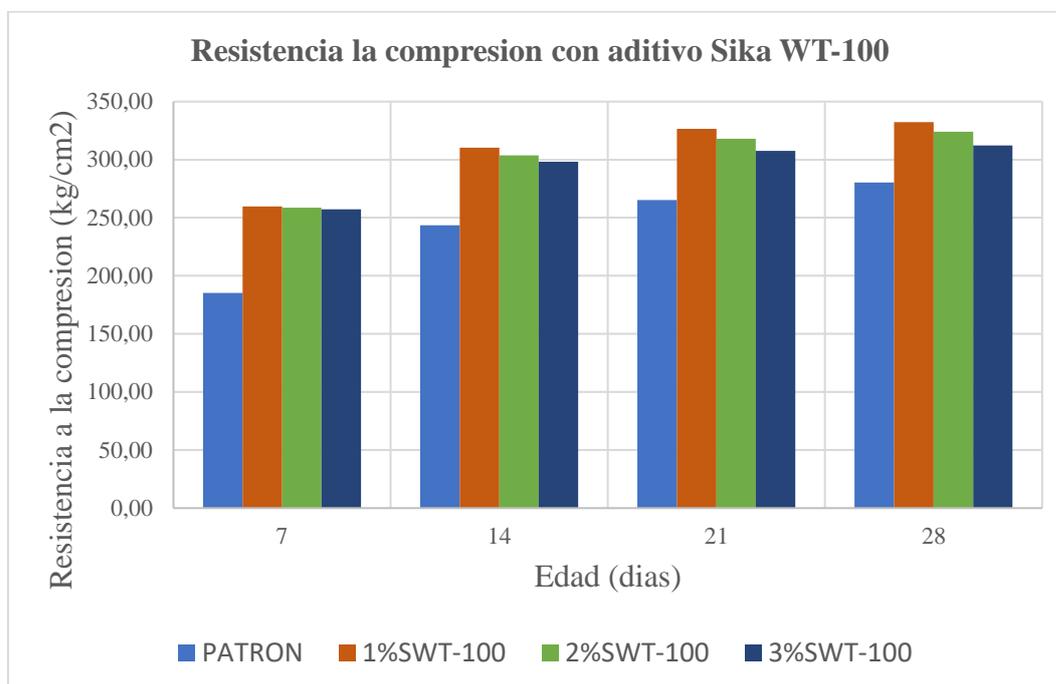
Nota: En la tabla se muestra la tabla muestra los resultados de la resistencia a compresión de las probetas patrón y probetas de concreto adicionando 1%, 2% y 3% de aditivo Sika WT-100, para las edades de curado de 07, 14, 21 y 28 días.

Figura 7*Curva de la Resistencia del Concreto con Aditivo Sika WT-100*

Nota: En la figura muestra el análisis comparativo de evolución de la resistencia a compresión con respecto al tiempo; de probetas de concreto patrón y probetas adicionando 1%, 2% y 3% de aditivo Sika WT-100, para las edades de curado de 07, 14, 21 y 28 días.

Figura 8

Concreto Patrón vs Concreto con Sika WT-100



Nota: En la figura muestra el diagrama de barra haciendo un análisis comparativo de evolución de la resistencia a compresión con respecto al tiempo; de probetas de concreto patrón y probetas adicionando 2%, 3% y 4% de aditivo Sika WT-100, para las edades de curado de 07, 14, 21 y 28 días.

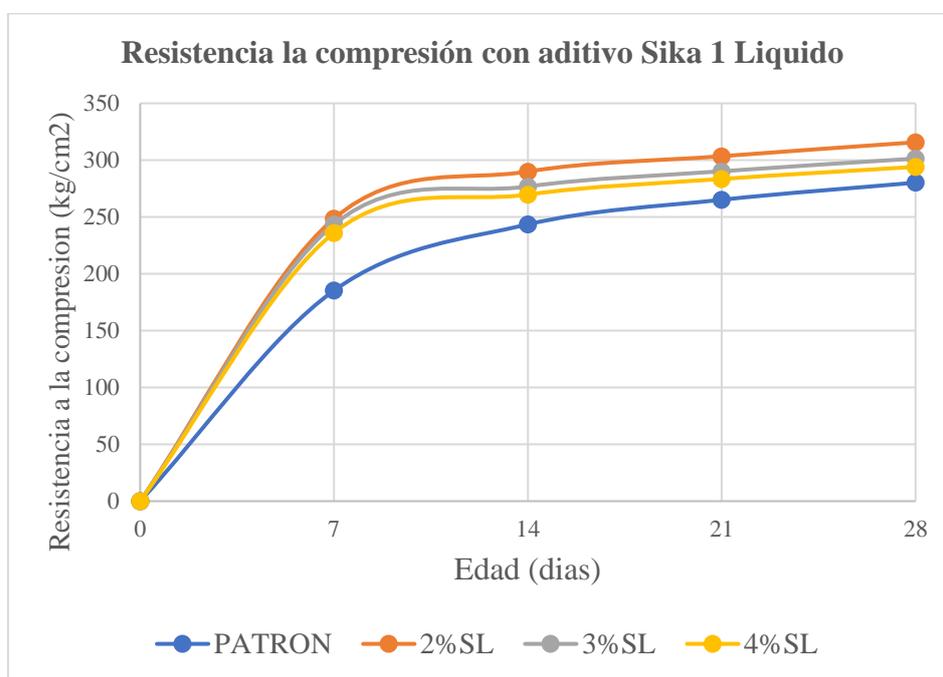
En la tabla 33, la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto sin aditivo (patrón) es de 280.22 kg/cm², por lo que se logró alcanzar la resistencia del diseño (210 kg/cm²). De acuerdo a los resultados de la resistencia a la compresión obtenidos para el concreto con aditivo Sika WT-100 con dosificaciones de 1%, 2%, 3% obtuvo resistencias a los 28 días de 332 kg/cm², 324.03 kg/cm², 312.37 kg/cm², notamos que las resistencias son mayores al del concreto sin aditivo, además en todas las edades.

En la figura 7, se representa la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo y del concreto con aditivo Sika WT-100, donde se puede observar que la mezcla de concreto a la cual se añadió el Sika WT-100 en todas las dosificaciones, obtuvo mayores promedios de resistencia a la compresión en comparación del concreto patrón a los 7, 14, 21 y 28 días, por lo que presenta una mejor resistencia a diferencia del concreto sin aditivo.

Tabla 34*Resistencia del Concreto con Aditivo Sika I Liquido*

Edad (días)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
	F'c	F'c	F'c	F'c
	Sin aditivo (Patrón)	2% Sika Liquido 1	3% Sika Liquido 1	4% Sika Liquido 1
7	185.31	248.58	243.45	236.09
14	243.47	289.97	276.82	269.71
21	265.14	303.49	290.22	283.45
28	280.22	315.73	301.39	294.11

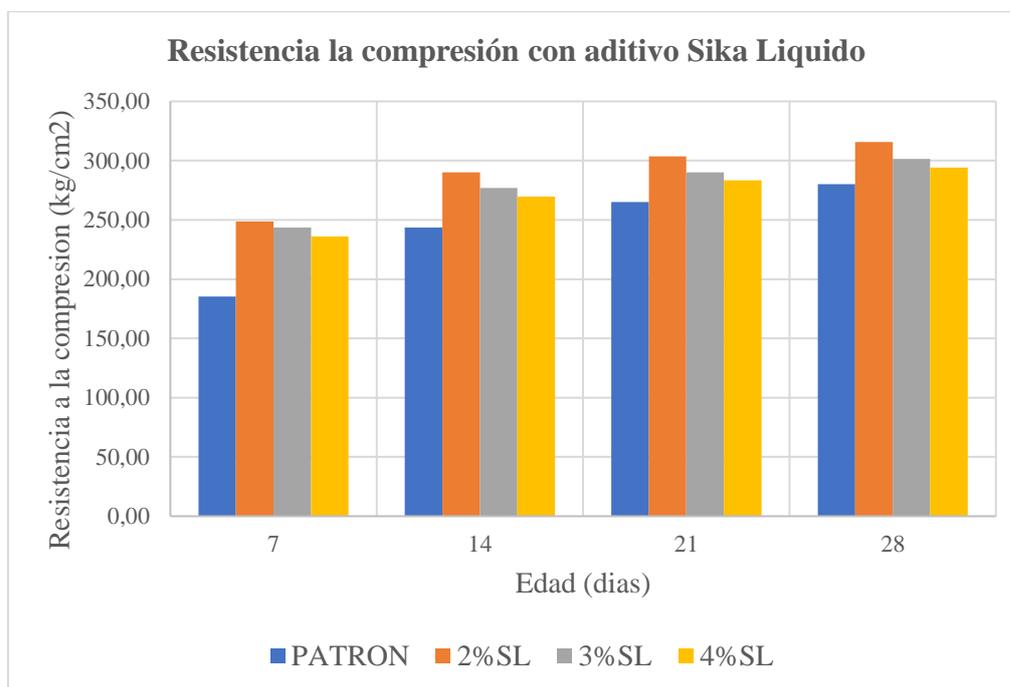
Nota: En la tabla se muestra la tabla muestra los resultados de la resistencia a compresión de las probetas patrón y probetas de concreto adicionando 2%, 3% y 4% de aditivo Sika Liquido 1, para las edades de curado de 07, 14, 21 y 28 días.

Figura 9*Curva de la Resistencia del Concreto con Aditivo Sika I Liquido*

Nota: En la figura muestra el análisis comparativo de evolución de la resistencia a compresión con respecto al tiempo; de probetas de concreto patrón y probetas adicionando 2%, 3% y 4% de aditivo Sika 1 Liquido, para las edades de curado de 07, 14, 21 y 28 días.

Figura 10

Concreto Patrón vs Concreto con Sika I Liquido



Nota: En la figura muestra el diagrama de barra haciendo un análisis comparativo de evolución de la resistencia a compresión con respecto al tiempo; de probetas de concreto patrón y probetas adicionando 2%, 3% y 4% de aditivo Sika 1 Liquido, para las edades de curado de 07, 14, 21 y 28 días.

En la tabla 34, la resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto sin aditivo (patrón) es de 280.22 kg/cm², por lo que se logró alcanzar la resistencia del diseño (210 kg/cm²). De acuerdo a los resultados de la resistencia a la compresión obtenidos para el concreto con aditivo Sika I Liquido con dosificaciones de 2%, 3%, 4% obtuvo resistencias a los 28 días de 315.73 kg/cm², 301.39 kg/cm², 294.11 kg/cm², notamos que las resistencias son mayores al del concreto sin aditivo, además en todas las edades.

En la figura 10, se representa la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo y del concreto con aditivo Sika I Liquido, donde se puede observar que la mezcla de concreto a la cual se añadió el Sika I Liquido en todas las dosificaciones, obtuvo mayores promedios de resistencia a la compresión en comparación del concreto patrón a los 7, 14, 21 y 28 días, por lo que presenta una mejor resistencia a diferencia del concreto sin aditivo

Resultados Estadísticos

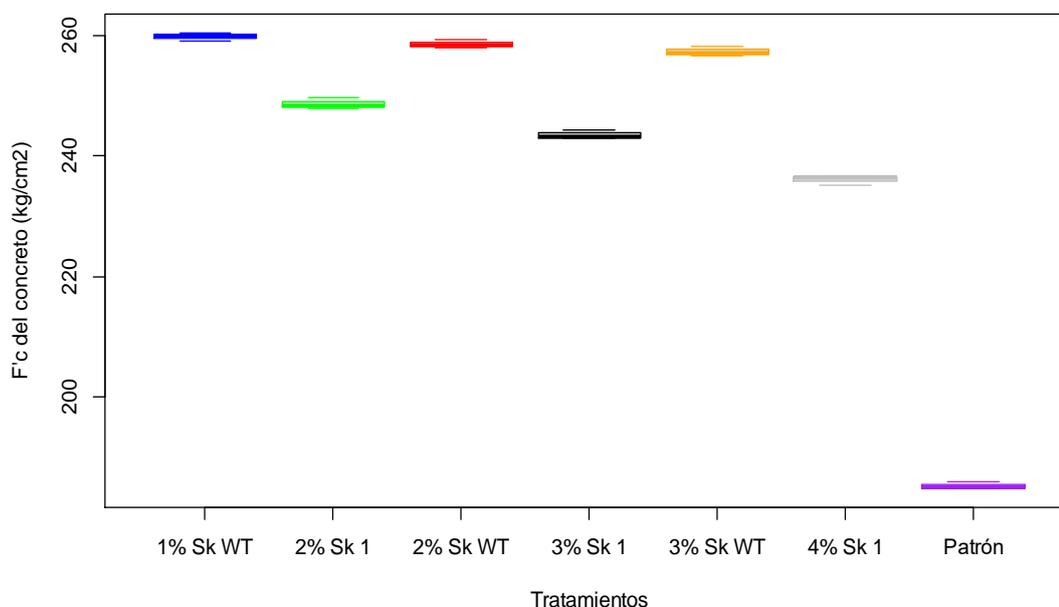
El objetivo del presente trabajo de investigación experimental fue evaluar la influencia de los aditivos impermeabilizantes en líquido Sika WT-100 y Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas. El estudio se desarrolló en Diseño Completamente al Azar (DCA) con 7 tratamientos y 3 repeticiones. El análisis de la resistencia a la compresión del concreto para los periodos de análisis a los 7, 14, 21 y 28 días se presentan a continuación.

Resistencia a la Compresión del Concreto a 7 Días

En la Figura 11 se observa que las resistencias a la compresión del concreto son mayores para los tratamientos de 1 %, 2 % y 3 % de Sika WT-100, en comparación a los tratamientos de 2 %, 3 % y 4 % de Sika 1. De forma general, la adición del Sika ya sea en forma de Sika WT-100 y Sika 1 incrementa la resistencia a la compresión del concreto en comparación del patrón.

Figura 11

Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Líquido



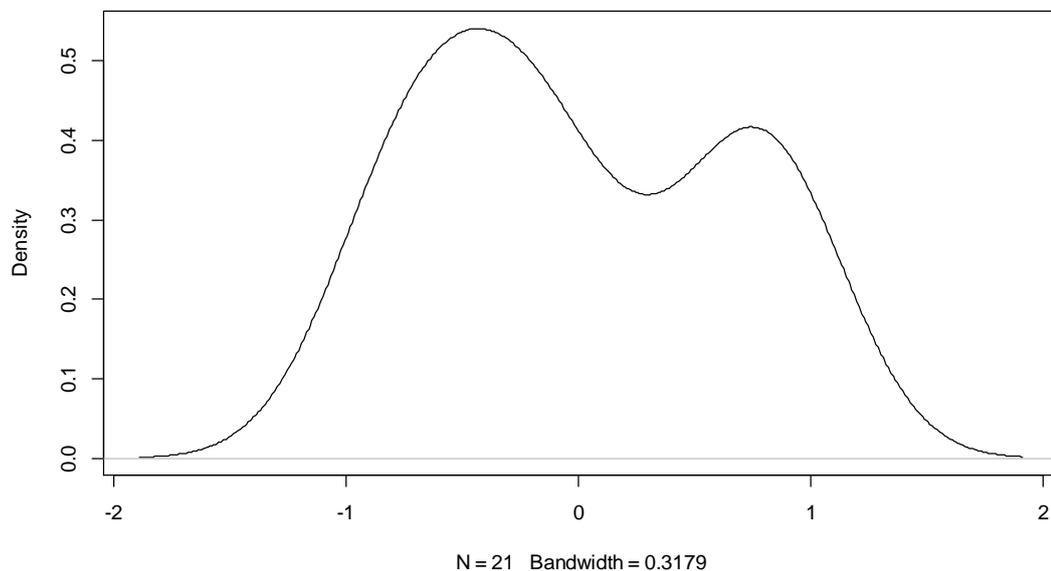
Para el análisis de la resistencia a la compresión del concreto, se generó primero el modelo lineal aditivo para el diseño completamente aleatorizado. Como

resultado, el coeficiente de determinación múltiple (R^2) indica que el 99.93 % de la variación a la compresión del concreto es por el efecto de los tratamientos en base a Sika WT-100 y Sika 1 en líquido.

Luego de generar el modelo matemático para el diseño completamente aleatorizado y posterior cálculo de los residuos, se comprobaron las condiciones de normalidad, homogeneidad e independencia de los residuos del modelo para escoger la prueba paramétrica o no paramétrica.

Figura 12

Curva de Densidad de los Residuos de la Resistencia a la Compresión del Concreto



La Figura 12 muestra que la resistencia a la compresión del concreto es asimétrico no sigue la distribución normal o gaussiana, y corroborado con la prueba de Shapiro Wilk (p -valor = 0.041). Asimismo, no se apreciaron diferencias significativas entre las varianzas de los residuos para los tratamientos según la prueba de Bartlett (p -valor = 0.999). No se detectaron tampoco valores atípicos de los residuos comprobado con la prueba de Bonferroni (p -valor = 0.134). Por lo tanto, a pesar de que la normalidad no se justifica; se puede realizar el análisis de varianza para la resistencia a compresión del concreto a los 7 días, por ser esta prueba muy robusta que las pruebas no paramétricas.

Tabla 35*Análisis de Varianza de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 7 Días*

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	6	12322	2053.6	3410	2e-16***
Residuos	14	8	0.6		
Total	20	12330			

* Nivel de significancia

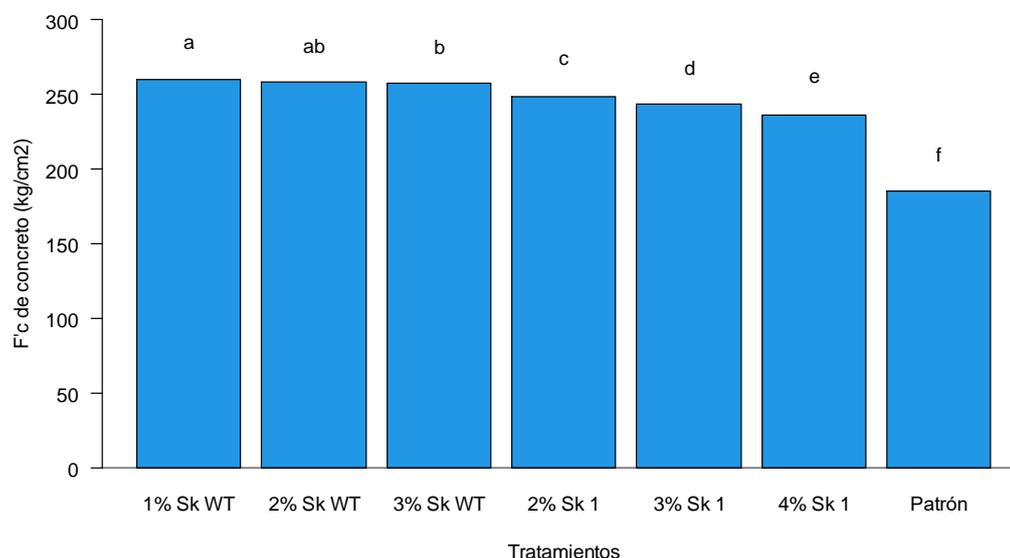
El análisis de varianza que se presenta en la Tabla 35, muestra el efecto significativo del Sika WT-100 y Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto con p-valor < 0.000. Es decir, al menos una de las dosis de Sika tiende a incrementar la resistencia a la compresión del concreto, esta diferencia se verificó mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para un margen de error del 5 %.

Tabla 36*Estadísticos Básicos de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 7 Días*

Tratamientos	f _c (kg/cm ²)	Desviación estándar	Repetición	Mínimo	Máximo
1% Sk WT	259.700	0.755	3	258.90	260.40
2% Sk 1	248.580	0.868	3	247.85	249.54
2% Sk WT	258.510	0.717	3	257.90	259.30
3% Sk 1	243.453	0.799	3	242.85	244.36
3% Sk WT	257.190	0.841	3	256.44	258.10
4% Sk 1	236.087	0.834	3	235.15	236.75
Patrón	185.307	0.578	3	184.86	185.96

Figura 13

Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido



En la Figura 13, las letras a, b, c, d, e y f representan grupos homogéneos con p -valor ≤ 0.05 según la prueba de Duncan. A los 7 días, las mejores y altas resistencias a la compresión del concreto de 259.700 kg/cm², 258.510 kg/cm² y 257.190 kg/cm² se lograron con los tratamientos de 1 %, 2 % y 3% de Sika WT-100 respectivamente. Además, estos son estadísticamente superiores que las resistencias obtenidas de 248.580 kg/cm², 243.453 kg/cm² y 236.087 kg/cm² para los tratamientos de 2 %, 3 % y 4 % de Sika 1. Del mismo modo, en la figura 13 se aprecia que todas las resistencias a la compresión del concreto independientemente de las dosis y el tipo de Sika son significativamente superiores que la resistencia que presenta el patrón de 185.307 kg/cm².

El coeficiente de variación (CV) del análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días fue de 0.32 %, esto indica una mínima variación o una alta homogeneidad de los tratamientos en las unidades de análisis.

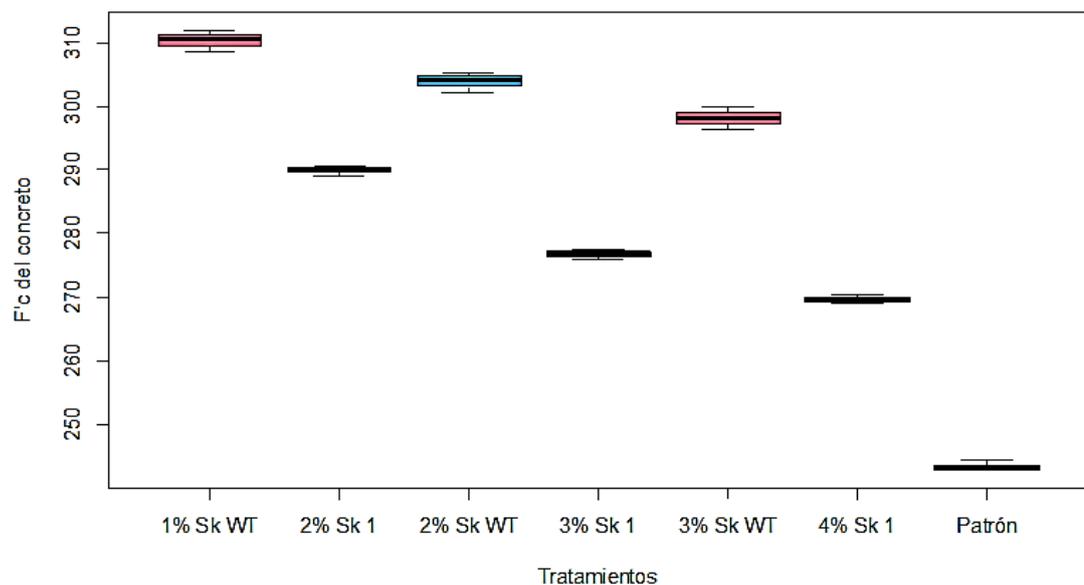
Resistencia a la Compresión del Concreto a 14 Días

En la Figura 14 se observa que, a los 14 días, las más altas resistencias a la compresión del concreto se observan para los tratamientos de Sika WT-100 en sus tres dosis, seguido con las concentraciones de 2 %, 3 % y 4 % de Sika 1 la menor

resistencia para el patrón o testigo. Por otro lado, en la misma figura de cajas se observa una mayor variabilidad de las resistencias a la compresión para los tratamientos en base a Sika WT-100, y una menor variabilidad para los tratamientos con el Sika l1quido.

Figura 14

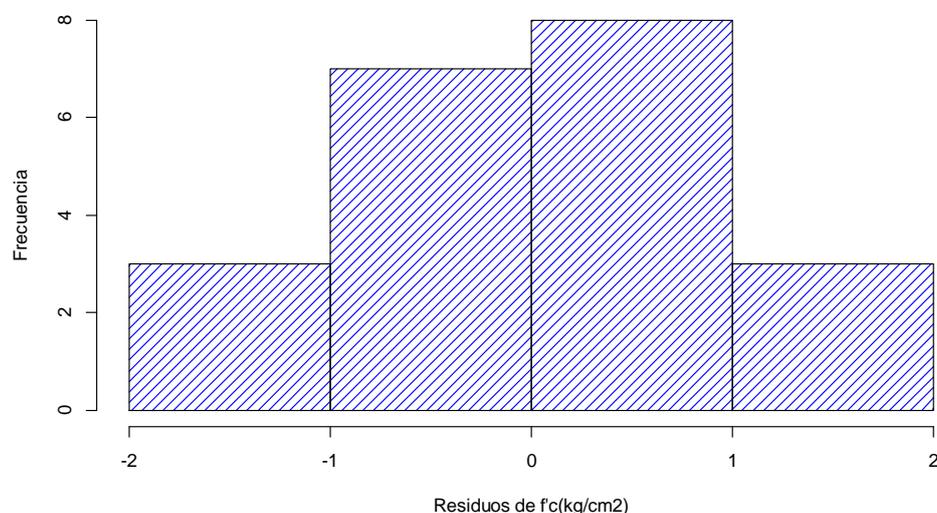
Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido



Similar que, para el análisis a los 7 días, se creó primero el modelo lineal aditivo, donde el coeficiente de determinación múltiple (R^2) resultó de 0.9976, el cual indica que el 99.76 % de la variación de las resistencias a la compresión del concreto es explicada por el factor tratamiento a base de Sika. Los residuos del modelo matemático para diseño completamente aleatorizado siguen la distribución gaussiana tal como se observa en el histograma (Figura 15) y corroborado con la prueba de Shapiro Wilk (p -valor = 0.589). Del mismo modo, existe homogeneidad de las varianzas de las resistencias en cada uno de los tratamientos según la prueba de Bartlett cuya probabilidad crítica fue de 0.745, ni se detectaron valores atípicos de los residuos verificado con la prueba de Bonferroni (p -valor = 0.0721), que es valor próximo al valor de significancia que es el 5 %, pero que nos asegura de realizar la prueba paramétrica del análisis de varianza.

Figura 15

Curva de Densidad de los Residuos de la Resistencia a la Compresión del Concreto



El modelo lineal generado para el ensayo a los 14 días, se ajusta a la ley normal, la homocedasticidad de las varianzas y ausencia de valores atípicos, por lo tanto, es posible realizar el análisis de varianza paramétrica.

Tabla 37

Análisis de Varianza de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 14 Días

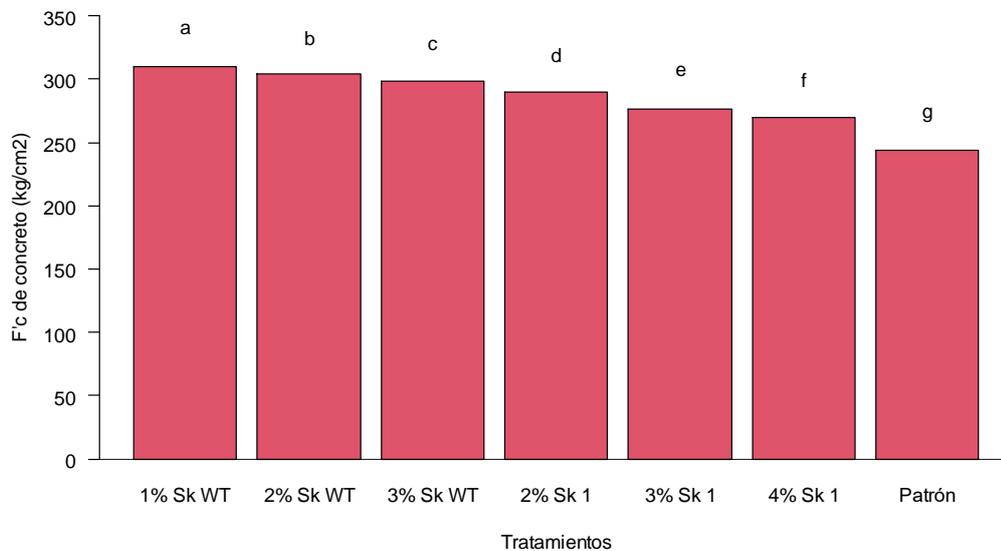
Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	6	9653	1608.8	981.1	2e-16***
Residuos	14	23	1.6		
Total	20	9676			

* Nivel de significancia

El análisis de varianza que se presenta en la Tabla 37, muestra el efecto aditivo y significativo del Sika WT-100 y Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto con p-valor < 0.000. Es decir, que al menos con una de las dosis ya sea del Sika WT-100 o Sika 1 se logra incrementar de forma significativa la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el testigo. Para identificar al mejor tratamiento a base de Sika se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, para un margen de error del 5 %.

Tabla 38*Estadísticos Básicos de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 14 Días*

Tratamientos	f'c (kg/cm ²)	Desviación estándar	Repetición	Mínimo	Máximo
1% Sk WT	310.320	1.759	3	308.50	312.01
2% Sk 1	289.973	0.806	3	289.14	290.75
2% Sk WT	303.850	1.621	3	302.10	305.30
3% Sk 1	276.823	0.776	3	276.03	277.58
3% Sk WT	298.133	1.804	3	296.40	300.00
4% Sk 1	269.710	0.735	3	268.98	270.45
Patrón	243.473	0.844	3	242.88	244.44

Figura 16*Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido*

En la Figura 16, las letras a, b, c, d, e, f y g representan grupos homogéneos para un p-valor ≤ 0.05 según la prueba de Duncan. A los 14 días de ensayo, las mayores resistencias a la compresión del concreto de 310.320 kg/cm², 303.850 kg/cm² y 298.133 kg/cm² se lograron con el 1 %, 2 % y el 3 % de Sika WT-100 respectivamente. Estos a su vez son estadísticamente diferentes entre ellos, y también son superiores y diferentes que las resistencias obtenidas de 289.973 kg/cm²,

276.823 kg/cm² y 269.710 kg/cm² con las dosis de 2 %, 3 % y 4 % de Sika 1. De la misma manera, todas las resistencias obtenidas con los tratamientos de Sika WT-100 y el Sika 1 en sus diferentes concentraciones son estadísticamente superiores que la resistencia a la compresión lograda de 243.473 kg/cm² para el testigo.

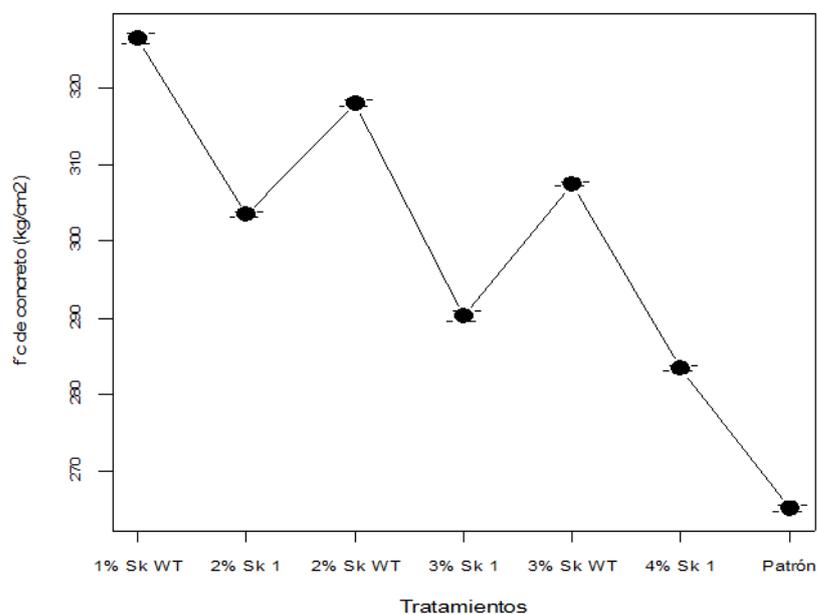
El coeficiente de variación (CV) para el análisis de varianza de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días fue de 0.449 %, esto indica una mínima variación o una alta homogeneidad de los tratamientos en las unidades de análisis. Esta muy baja variabilidad probablemente esté ligada en partes con el mínimo número de repeticiones para cada tratamiento.

Resistencia a la Compresión del Concreto a 21 Días

En la Figura 7, se muestra que, a los 21 días, los tratamientos con Sika WT-100 de 1 %, 2 % y 3 % inducen a una mayor resistencia a la compresión del concreto en comparación con los tratamientos a base de Sika 1 de 2 %, 3 % y 4 %. La menor resistencia a la compresión del concreto se registró para el patrón, sin la incorporación del Sika. El comportamiento de la resistencia del concreto a la compresión tiende a variar de forma similar y proporcional que los ensayos realizados a los 7 y 14 días.

Figura 17

Resistencia a la Compresión Media del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido



Para el análisis de varianza se creó el modelo matemático de diseño completamente al azar, donde la resistencia del concreto es afectada únicamente por los tratamientos. El coeficiente de determinación múltiple (R^2) indicó que el 99.87 % de la variación de la resistencia a la compresión del concreto es por el efecto del tratamiento. El comportamiento de los residuos del modelo lineal se ajusta a la distribución normal tal como se observa en la Figura 18 y esto contrastado con el aprueba de Shapiro Wilk $W = 0.975$ (p -valor = 0.835). Con respecto a la diferencia de las varianzas entre los tratamientos, se aprecia que éstas son homogéneas estadísticamente según la prueba de Bartlett (p -valor = 0.848). También, los residuos no presentan valores atípicos verificado con le prueba de Bonferroni (p -valor = 0.059). Por lo tanto, se realizó la prueba paramétrica del análisis de varianza.

Figura 18

Curva de Densidad de los Residuos de la Resistencia a Compresión del Concreto

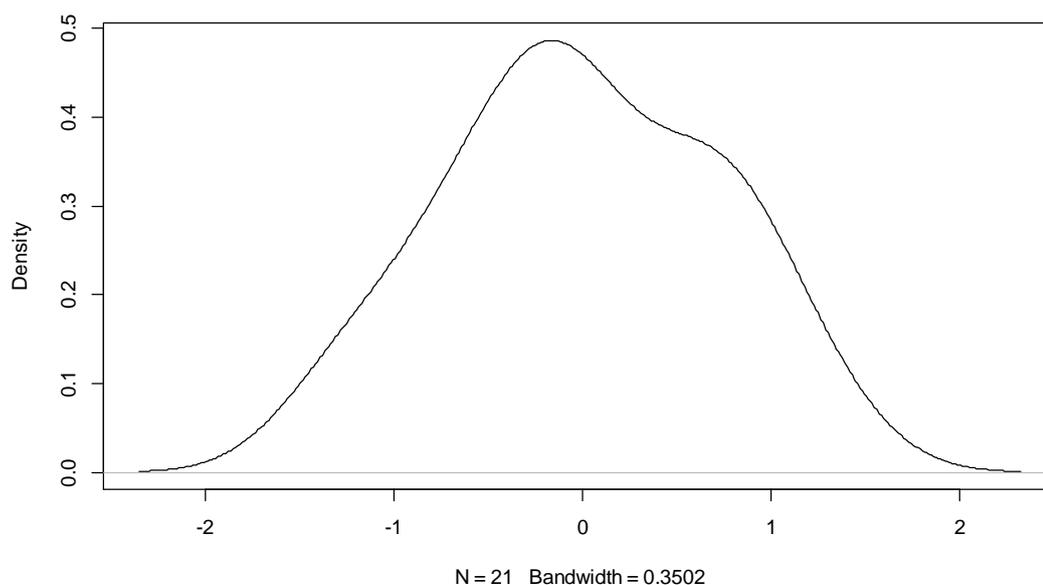


Tabla 39

Análisis de Varianza de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 21 Días

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	6	8015	1335.8	1827	2e-16***
Residuos	14	10	0.7		
Total	20	8025			

* Nivel de significancia

El análisis de varianza que se presenta en la Tabla 39, muestra el efecto significativo del Sika WT-100 y Sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto con p-valor < 0.000. Es decir, que al menos con una de las dosis de Sika se logra mejorar de forma significativa la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el testigo. Para identificar al mejor tratamiento se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, para un intervalo de confianza de 95 %.

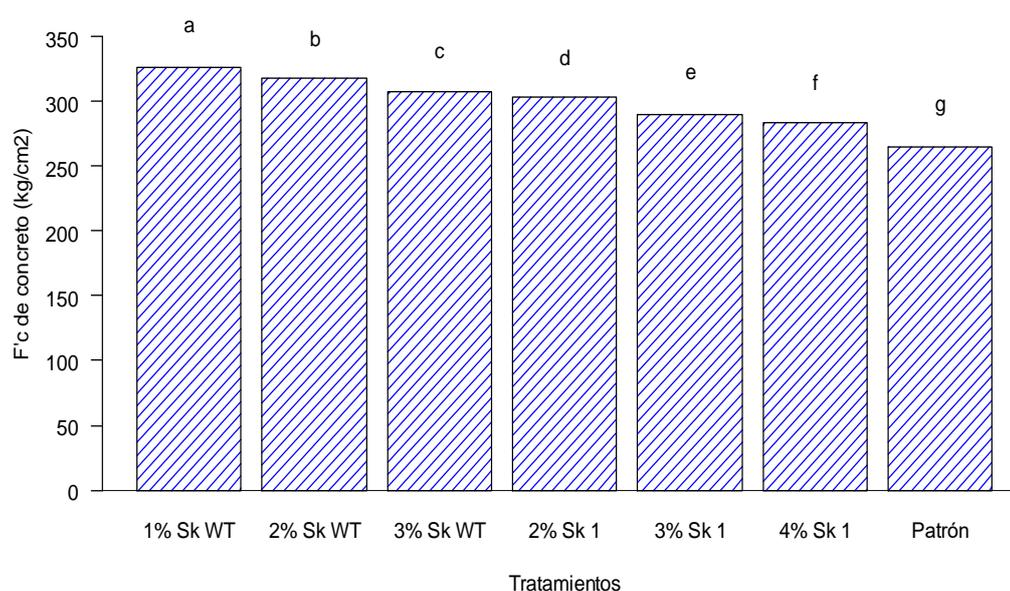
Tabla 40

Estadísticos Básicos de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 21 Días

Tratamientos	f _c (kg/cm ²)	Desviación estándar	Repetición	Mínimo	Máximo
1% Sk WT	326.450	1.179	3	325.15	327.45
2% Sk 1	303.490	0.658	3	302.97	304.23
2% Sk WT	318.013	0.765	3	317.25	318.78
3% Sk 1	290.223	1.237	3	289.03	291.5
3% Sk WT	307.460	0.453	3	307.15	307.98
4% Sk 1	283.453	0.555	3	282.90	284.01
Patrón	265.143	0.816	3	264.35	265.98

Figura 19

Resistencia a la compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido



En la Figura 19, las letras a, b, c, d, e, f y g representan grupos homogéneos para un p-valor ≤ 0.05 según la prueba de Duncan. A los 21 días de ensayo, como en el caso de los ensayos a los 7 y 14 días, las altas resistencias a la compresión del concreto de 326.450 kg/cm², 318.013 kg/cm² y 307.460 kg/cm² se lograron con la adición de 1 %, 2 % y el 3 % de Sika WT-100 respectivamente en la mezcla de concreto. Estos a su vez son estadísticamente diferentes entre ellos, y también son superiores y diferentes que las resistencias obtenidas de 303.490 kg/cm², 290.223 kg/cm² y 283.453 kg/cm² con las dosis de 2 %, 3 % y 4 % de Sika Iliquido. La resistencia del concreto sin el aditivo Sika (testigo) fue de 265.143 kg/cm², el cual es significativamente inferior que las resistencias obtenidas con los tratamientos en base a Sika.

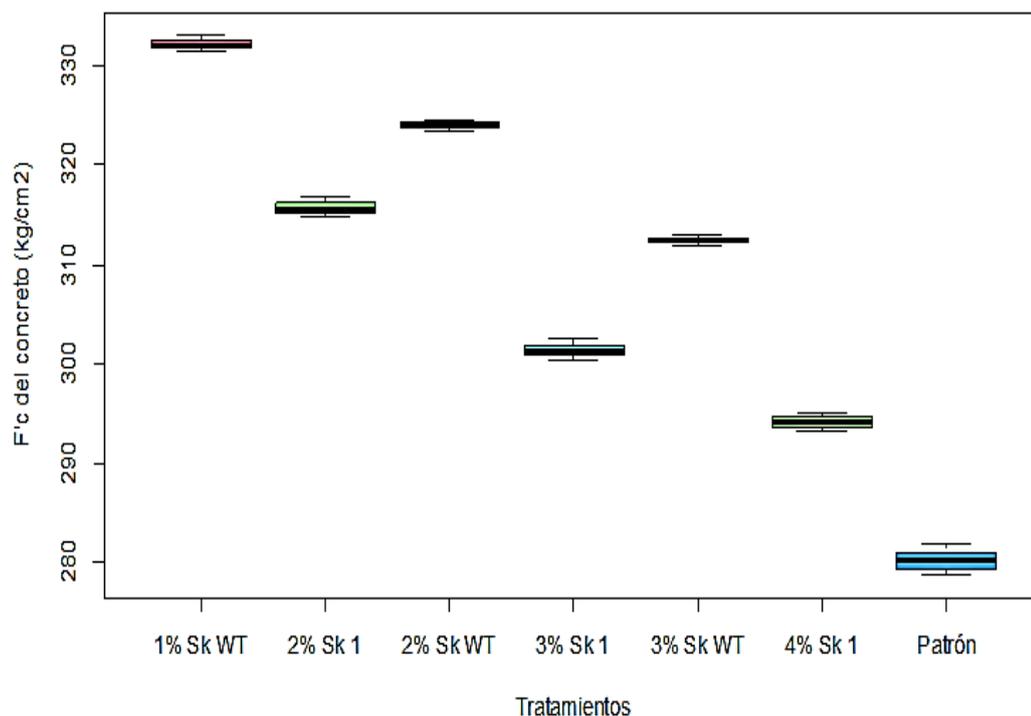
El coeficiente de variación (CV) del análisis de varianza para la resistencia a la compresión del concreto a los 21 días fue de 0.286 %, esto indica una mínima variación o una alta homogeneidad de los tratamientos en las unidades de análisis. Esta muy baja variabilidad probablemente este ligado en partes con el mínimo número de repeticiones para cada tratamiento.

Resistencia a Compresión del Concreto a 28 Días

En la Figura 20, se muestra que, a los 28 días, similar que en los ensayos realizados a los 7, 14 y 21 días, las probetas de concreto que contienen el 1 %, 2 % y 3 % de Sika WT-100 presentan una alta resistencia, seguido de los concretos que tienen el 2 %, 3 % y 4 % de Sika 1. Mientras que el testigo presenta la más baja resistencia a la compresión, pero todos por encima de 210 kg/cm² de resistencia para el que fue diseño la mezcla.

Figura 20

Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido



Para el análisis de varianza se creó primero el modelo lineal para el diseño completamente al azar, cuyo coeficiente de determinación múltiple (R^2) indica que el 99.75 % de la variación de las resistencias del concreto a los 28 días es explicada por el factor tratamiento a base de sika. De manera similar, los residuos del modelo siguen la distribución gaussiana tal como se observa en la curva de densidad (Figura 21) y corroborado con la prueba de Shapiro Wilk (p -valor = 0.692). Del mismo modo, existe homogeneidad de varianzas de las resistencias en cada uno de los tratamientos según la prueba de Bartlett cuya probabilidad crítica fue de 0.844, tampoco se detectaron valores atípicos de los residuos, el mismo que se verificó con la prueba de Bonferroni (p -valor = 0.366) superior que el 5 %.

Figura 21

Curva de Densidad de los Residuos de la Resistencia a la Compresión del Concreto

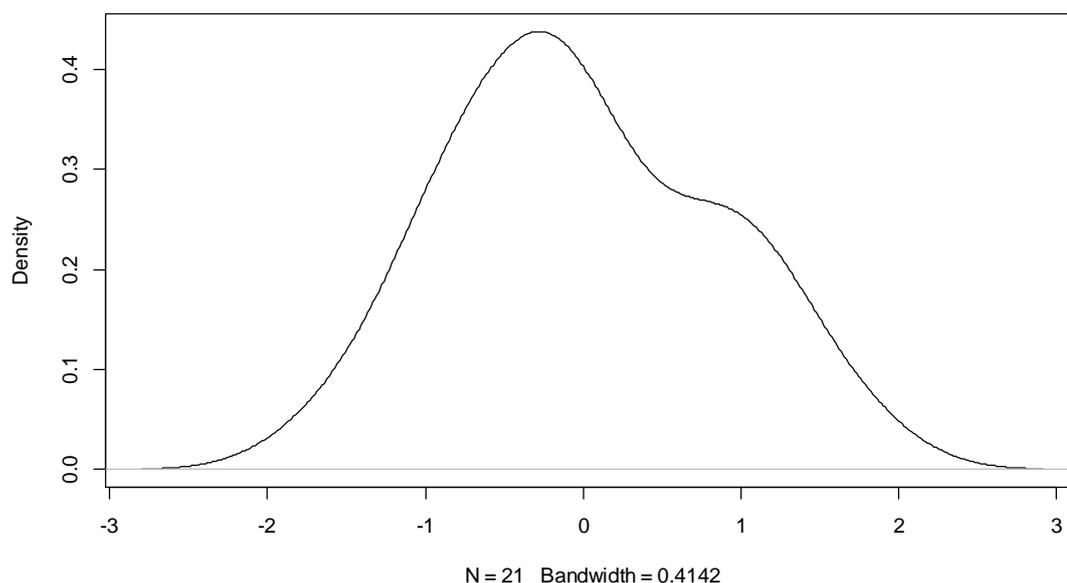


Tabla 41

Análisis de Varianza de la Resistencia a Compresión del Concreto

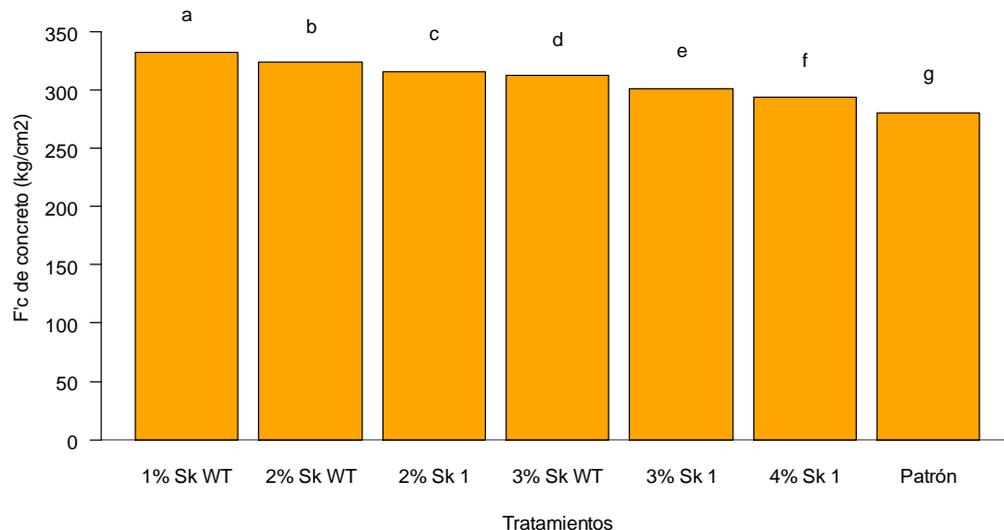
Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	6	5788	964.6	943.1	2e-16***
Residuos	14	14	1		
Total	20	5802			

* Nivel de significancia

El análisis de varianza que se presenta en la Tabla 41, muestra el efecto significativo del sika WT-100 y sika 1 en la resistencia a la compresión del concreto con p-valor < 0.000. Es decir, que al menos con una de las dosis de sika se logró mejorar de forma significativa la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el testigo. Para identificar al mejor tratamiento se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, para un intervalo de confianza de 95 %.

Tabla 42*Estadísticos Básicos de la Resistencia a la Compresión del Concreto a los 28 Días*

Tratamientos	f_c (kg/cm ²)	Desviación estándar	Repetición	Mínimo	Máximo
1% Sk WT	332.240	0.819	3	331.56	333.15
2% Sk 1	315.733	1.069	3	314.80	316.90
2% Sk WT	324.033	0.601	3	323.45	324.65
3% Sk 1	301.393	1.035	3	300.45	302.50
3% Sk WT	312.367	0.551	3	311.80	312.90
4% Sk 1	294.110	0.995	3	293.12	295.11
Patrón	280.223	1.618	3	278.67	281.90

Figura 22*Resistencia a la Compresión del Concreto en Función a los Tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 Liquido*

En la Figura 22, las letras a, b, c, d, e, f y g representan grupos homogéneos para un p -valor ≤ 0.05 según la prueba de Duncan. A los 28 días de ensayo, como en el caso de los ensayos realizados a los 7, 14 y 21 días, las altas resistencias a la compresión del concreto de 332.240 kg/cm², 324.033 kg/cm² y 312.367 kg/cm² se lograron con los tratamientos de 1 %, 2 % y el 3 % de sika WT-100 respectivamente en la mezcla de concreto. Estos a su vez son estadísticamente diferentes entre ellos, y también son estadísticamente superiores y diferentes que las resistencias obtenidas

de 315.733 kg/cm², 301.393 kg/cm² y 294.110 kg/cm² con los tratamientos de 2 %, 3 % y 4 % de Sika 1. La resistencia del concreto sin el aditivo Sika (testigo) fue de 280.223 kg/cm², el cual es significativamente inferior que las resistencias obtenidas con todos los tratamientos en base a Sika.

Las resistencias a la compresión de las probetas de concreto independiente de los tratamientos con Sika WT-100 y Sika 1 así como el testigo son ampliamente superiores que la resistencia de 210 kg/cm² para el que fue realizado el diseño de la mezcla de concreto. La evolución de la resistencia a la compresión del concreto con todos los tratamientos mostró la tendencia similar en las cuatro fechas del análisis.

El coeficiente de variación (CV) del análisis de varianza para la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días fue de 0.328 %, esto indica una mínima variación o una alta homogeneidad de los tratamientos en las unidades de análisis. Esta muy baja variabilidad probablemente este ligado en partes con el mínimo número de repeticiones para cada tratamiento.

4.2. Contrastación de la Hipótesis

Los aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT-100 y Sika I) con dosificaciones en el concreto de (1%,2%, 3%) y (2%, 3%, 4%) respectivamente lograron superar los valores de resistencia a compresión de las probetas de concreto patrón o testigo, en todas las edades de curado, donde el que mejor efecto tuvo fue el aditivo SIKA WT-100 con una dosificación de 1%. Por lo tanto, se comprueba que al menos algún aditivo impermeabilizante en líquido (Sika WT-100 y Sika I) influyen en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas. Además, estadísticamente se demostró que $F_{cal} \geq F_{tabular}$ y $P < 5\%$ por tanto, se acepta la hipótesis alterna (H_a).

4.3. Discusión de Resultados

En base a los resultados mostrados en la Tabla 33 y Figura 8 se observa que los valores de resistencia a compresión adicionando el aditivo Sika WT-100 con dosificaciones de 1%, 2% y 3% con respecto del peso del cemento, superan a los valores de resistencia de los tratamientos del patrón, en todas las edades de curado que fueron 7, 14, 21 y 28 días de fraguado; donde la dosificación de 1% arrojó mejores resultados de compresión llegando hasta un 332.24 kg/cm² a los 28 días de cuadrado aumentando un 18.56% de su resistencia

con respecto al concreto patrón que tuvo una resistencia de 280.22 kg/cm²; en la dosificación de 2% que es la adecuada según la Hoja técnica Sika WT-100 se obtuvo una resistencia de 324.03 kg/cm² aumentando también en un 15.63 % con respecto al concreto patrón y el que tuvo un menor resultado en la resistencia fue la dosificación de 3% obteniendo una cantidad de 312.37 kg/cm² y aumentando solo un 11.47% de su resistencia con respecto al concreto patrón, también se pudo apreciar que en la adición de las tres dosificaciones se logra mejorar la resistencia; pero también se manifiesta que a medida que se va aumentando la dosificación va disminuyendo la resistencia con respecto a la menor dosificación, ya que como se había mencionado anteriormente la función principal de los aditivos impermeabilizantes es minimizar la cantidad de ingreso de un fluido en el concreto y por ende la absorción en concreto se ve reducida y en concreto absorberá menos humedad, lo cual es malo para el curado ya que esto afecta en su resistencia del concreto. Estos resultados corroboran la investigación de Oquendo (2013), que concluyó manifestando que los aditivos impermeabilizantes tales como X-130 y S-1 logran un efecto positivo en resistencia del concreto aumentando en un 12% y 9% respectivamente, sustentándose que dicho comportamiento de esperarse ya que estos aditivos aumentan las reacciones de hidratación fomentando la resistencia mecánica en un tiempo. De igual forma se constata la investigación de Castañeda (2021) que concluyó en uno de sus resultados que el concreto elaborado con aditivo Sika WT-100 al 2%, fue el que obtuvo mejores resultados, aumentando su resistencia hasta un 26% en relación al concreto patrón a los 28 días de curado. De la misma manera se constata la investigación de Benites y Moreno (2018) quienes mencionan que el aditivo Sika WT-100 con una dosificación de 2% influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en un 19.43%, en comparación con el concreto patrón a los 28 días. Por otro lado, en la investigación de Gutiérrez y Salazar (2015) contrariamente demuestra que al incorporar los aditivos Sika WT – 100 al 2% y Sika WT – 200 al 2%, presentan unas pequeñas disminuciones en su resistencia a la compresión con respecto al patrón, disminuyendo en un 3% y 1% respectivamente; esto puede ser debido a que su objetivo específico es buscar en qué medida la relación agua/cemento afecta la resistencia a la compresión de los diseños de concreto con aditivos Sika WT-100 Y Sika WT-200, donde el cual realiza varios experimentos con modificando medidas de relación agua/cemento para lograr su objetivo.

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 34 y Figura 10 se observa que los valores de resistencia a compresión adicionando el aditivo Sika I liquido con dosificaciones de 2%, 3% y 4% con respecto del peso del cemento, superan a los valores de resistencia de los tratamientos del patrón, en todas las edades de curado que fueron 7, 14, 21 y 28 días de fraguado; donde la dosificación de 2% arrojó mejores resultados de compresión llegando hasta un 315.73 kg/cm² a los 28 días de cuadrado aumentando un 12.67% de su resistencia con respecto al concreto patrón que tuvo una resistencia de 280.22 kg/cm²; en la dosificación de 3% que es la adecuada según la Hoja técnica Sika I liquido se obtuvo una resistencia de 301.39 kg/cm² aumentando también en un 7.55 % con respecto al concreto patrón y el que obtuvo menores fue la dosificación de 4% obteniendo una cantidad de 294.11 kg/cm² y aumentando solo un 4.96% de su resistencia con respecto al concreto patrón, que es incluso una resistencia cercana que la del concreto patrón; esto se debe a que el 2% no es una dosificación excesiva, ya que por el contrario, la función principal de los aditivos impermeabilizantes Sika es minimizar la cantidad de ingreso de un fluido en el concreto y por ende la absorción en concreto se ve reducida; esto significa que concretos con dosificaciones menores al momento de su curado, conforme pasan las horas y días el concreto absorberá más humedad, y esto es beneficioso para el momento de su curado; y para comprobar que dosificación presenta menor permeabilidad se constató con la investigación de Benites y Moreno (2018) en el cual también estudia la influencia en la resistencia y permeabilidad del aditivo Sika 1 liquido con dosificaciones de 2%, 3% y 4% logrando concluir que la permeabilidad del concreto disminuye en un 69.70%, 76.19% y 78.79% respectivamente, demostrando que la dosificación de 2% presenta una menor permeabilidad, es decir, cuando presenta una mayor dosificación de aditivo impermeabilizante Sika 1 liquido la resistencia disminuirá con respecto a la dosificación menor. Por el cual, estos resultados corroboran la investigación de Limón (2016) que concluyo mencionando que los aditivos reductores de la permeabilidad KIM de Kryton presentan un mejor desempeño y tendencia con respecto a la resistencia a compresión como y son bastante uniforme ya que en su investigación logran un alcance incremento promedio del 5% en comparación con la mezcla testigo a cualquier edad de ensaye. De igual forma se constata la investigación de Fernández Y Huamán (2019) que concluyeron que el aditivo impermeabilizante por cristalización logra una mejora en la resistencia a la compresión en un 17% con relación al concreto patrón. También se pudo ratificar la investigación de Benites y Moreno (2018) quienes mencionan que el aditivo Sika 1 en liquido con

dosificaciones de 1%, 2% y 3% influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en un 14.90%, 9.48% y 8.06% respectivamente en comparación con el concreto patrón a los 28 días. De la misma manera se constata la investigación de Carahuatay (2018) que concluyen que el aditivo Chemaplast Impermeabilizante logra incrementar la resistencia en 8.42% respecto al patrón. Por otro lado, Castañeda, (2021) en uno de sus resultados contrariamente demuestra que el aditivo SikaCem Impermeable 2% no logra un buen resultado ya que reduce su resistencia a la compresión en un 2% en relación al concreto patrón, pero, no obstante, en otro de sus resultados del SikaCem Impermeable al 3% logra una mejor resistencia aumentando en un 8% en relación al concreto patrón, este resultado puede ser debido a las características individuales del aditivo SikaCem Impermeable.

Después de analizar estos resultados podemos decir que la adición de aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT – 100 y Sika I) influyen de manera positiva en la resistencia del concreto, como también hemos podido apreciar que la incorporación de diferentes dosificaciones de un aditivo impermeabilizante en el concreto genera variaciones a la compresión respecto a un concreto patrón, por lo que se recomienda considerar las instrucciones de los fabricantes, de tal forma que se utilicen en cantidades recomendadas; puesto que observamos cuando hay un uso de cantidades mayores a las sugeridas, esto genera una disminución de la resistencia en comparación a una dosificación menor del aditivo impermeable, ya que esto podría ocasionar malos impactos si agregamos cantidades excesivas de aditivo en el concreto modificando los valores finales. Estos resultados son de importancia en cuanto a concreto con dosificaciones, ya que es un dato útil para los ingenieros en construcción y edificación de obras rurales como civiles, por lo que nos da a conocer las consecuencias que genera al agregar poca o mucha cantidad de aditivo a lo que ya está establecido en la hoja técnica de los aditivos impermeabilizantes.

V. CONCLUSIONES

Respecto del objetivo general, se determinó la influencia de los aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT – 100 y Sika I) en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas, concluyéndose que la incorporación de estos aditivos en el concreto influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto. Donde se observó que a menor dosificación del aditivo impermeabilizantes se logra una mayor resistencia. Y el aditivo que mejor efecto tuvo fue el aditivo SIKA WT-100 con una dosificación de 1% del peso del cemento a los 28 días resultando una resistencia de 332.24 kg/cm² aumentando un 18.56% con respecto al concreto patrón que obtuvo una resistencia de 280.22 kg/cm²

Respecto del objetivo específico 1, se determinó las características del agregado (hormigón) de la cantera de Taclán donde los estudios de laboratorio confirmaron que las propiedades físicas y mecánicas del agregado, si cumplen con las especificaciones técnicas de las normativas vigentes (norma técnica peruana). Los resultados son de gran importancia para el desarrollo del diseño de mezcla, tal como se muestra en la Tabla 18.

Respecto del objetivo específico 2, se realizó el diseño de mezcla para concreto de f'c 210 kg/cm² según el método ACI 211, ACI 212 de la muestra patrón, método el cual nos permitió conocer las dosificaciones para elaborar las muestras requeridas para la investigación, tal como se muestra en la Tabla 19, asimismo para las muestras con aditivo se determinó la cantidad de material más la cantidad de aditivos según sus proporciones respecto al peso del cemento: Sika WT-100 con 1%, 2% y 3%, Sika 1 Líquido: 2%, 3% y 4%.

Respecto del objetivo específico 3, se determinó las resistencias a la compresión del concreto tanto en el patrón como en las muestras con aditivo Sika WT-100 en 1%, 2% y 3% del peso del cemento y Sika 1 Líquido en 2%, 3% y 4% del peso del cemento. Estos ensayos se elaboraron a los 7, 14, 21 y 28 días de fraguado, tal como se muestran en la Tabla 33 y Tabla 34 respectivamente. Al comparar las resistencias del concreto patrón y el concreto con el aditivo Sika WT – 100 y Sika I líquido, se obtuvo en ambos casos que al incorporar estos aditivos mejora la resistencia a la compresión. De los dos aditivos SIKA, se encontró que el uso del aditivo SIKA WT-100 es el más influyente en favorecer la resistencia a la

compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm², tanto en las pruebas a 7, 14, 21 y 28 días, los valores obtenidos de la resistencia en todos los casos son mayores a 210 kg/cm², siendo su mayor valor al 1% de adición de aditivo a los 28 días con un $f'c$ 332.24 kg/cm².

Respecto del objetivo específico 4, Se evaluó la influencia de cada aditivo y cómo es que afecta a la resistencia a la compresión del concreto, comprobando que el uso de los aditivos Sika WT-100 1%, 2%, 3% y Sika I líquido 2%, 3%, 4% influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en un 18.56%, 15.63%, 11.47%, 12.67%, 7.55% y 4.96% respectivamente en comparación con el concreto patrón a los 28 días. Ya que, si bien el concreto patrón no pudo obtener la resistencia requerida con su factor de seguridad de 295 kg/cm², con el uso de los impermeabilizantes se pudo superar dicho valor.

Respecto del objetivo específico 5, Se realizó la contrastación de la hipótesis donde se comprobó que los aditivos impermeabilizantes en líquido (Sika WT-100 y Sika I) con dosificaciones en el concreto de (1%, 2%, 3%) y (2%, 3%, 4%) respectivamente lograron superar los valores de resistencia a compresión de las probetas de concreto patrón, en todas las edades de curado, donde el que mejor efecto tuvo fue el aditivo SIKa WT-100 con una dosificación de 1%. Por lo tanto, se comprueba que al menos algún aditivo impermeabilizante en líquido (Sika WT-100 y Sika I) influyen en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda para próximas investigaciones aumentar las proporciones de aditivo en el concreto, para constatar si esto afectará de manera negativa a la resistencia del concreto, ya que con los resultados obtenidos en la investigación a medida que aumentaba las dosificaciones llegaba un punto que comenzaba a disminuir la resistencia.

Se recomienda para lograr un concreto de alta impermeabilidad y resistencia, utilizar las dosificaciones ya establecidas en su hoja técnica de los aditivos Sika impermeabilizantes, tanto para el Sika WT-100 con una dosificación de 2% y Sika 1 líquido con la dosificación de 3% ya que se ha comprobado que obtendremos mejores resultados a un menor costo.

Se recomienda la aplicación del concreto con aditivos impermeabilizantes SIKA en cualquier partida de concreto que el ingeniero encargado crea conveniente, debido a que no solo aportan impermeabilización; si no también aumentan la resistencia a la compresión del concreto

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Abanto Castillo, F. (2011). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos.

Benites Bacilio P., & Moreno Carranza M. (2018). Influencia de los aditivos Sika wt-100, Sika 1 líquido y Sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, Trujillo, 2018. (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14116>

Castañeda Chilon, F. (2021). Efecto del aditivo SikaCem Impermeable y Sika WT-100 en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para cimentación.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75104>

Chambilla Pino, A. (2018). Evaluación de aditivos impermeabilizantes para la eficiencia del concreto en estructuras hidráulicas del distrito de Curibaya- Candarave-Tacna,2018.

<http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/553>

CI 211.1. (2010). Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete. Michigan, EE UU: American Concrete Institute.

Carahuatay Goicochea, V. (2018), Influencia del aditivo Chemaplast Impermeabilizante en las propiedades físico- mecánicas e hidráulicas del concreto, usando cemento Pacasmayo Tipo I y Tipo V (ASTM C-150).

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2535>

Córdova Pérez, P. L., & Linares Valdivia, C. M. (2016). Propuesta de obras hidráulicas para el sistema de captación, conducción y distribución de agua para el sector menor de riego de la comunidad campesina de Pasambara - Santiago de Chuco. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3535>

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 $f'c=280$ kg/cm², Carapongo, Lurigancho, Lima 2019.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46270>

- Fernández López, L. (2016). Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016. Lima: UCV.
- Flores Álvarez C. & Blas Castro A. (2014). Influencia de la adición de microsílíce y superplastificante en las propiedades de un concreto de alta resistencia en la ciudad de Arequipa.
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/4668>
- Guevara Pérez. E. (1992). Estructuras hidráulicas, generalidades
<https://es.slideshare.net/alfredoarandohuamannahui7/estructurashidraulicas->
- Gutiérrez de López, L. (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gutiérrez Sánchez, J., & Salazar Ramírez, D. (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
http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1249/1/gutierrez_jc-salazar_jdi.pdf.
- IMCYC. (2004). Propiedades del concreto. Conceptos básicos del concreto, 4-5.
- Limon, J., Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad. Tesis (Título en Ingeniería Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, programa de maestría y doctorado en ingeniería, 2016
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11335/tesis.pdf?sequence=1>
- Martínez Rivera, R. (2009). Calidad de dos bancos de agregados para concreto, en el departamento de Chiquimula. Guatemala.
- Meléndez Cueva, A. R. (2016). Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huaraz-2016. Huaraz: USP.

- Neville, A. M. (1999). Tecnología del Concreto. México: Instituto mexicana del concreto y del cemento, A.C.
- NTP 339.082. (2011) Métodos de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. Lima.
- NTP 339.034. (2008) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima.
- NTP 339.035. (2009) Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima.
- NTP 339.036. (2011) Practica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco. Lima.
- NTP 400.011. (2008) Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos. Lima,
- NTP 400.012. (2001) Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima,
- NTP 400.02. (2002) Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima.
- NTP 400.022. (2002). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
- NTP 400.037. (2002). Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).
- NTP 339.088. (2006) Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. Lima.
- NTP 339.183. (2009) Mezclado, muestreo y elaboración de especímenes en laboratorio. Lima.
- Sánchez, D. (2001). Tecnología del Concreto y Mortero (5 ta ed.). (LTDA, Ed.) Colombia: Editorial Bhandar.

- Sika Perú. (2014). Hoja Técnica Sika I líquido. Lima.
<https://per.sika.com/dms/getdocument.get/c1f14b5f-42df-31ff-b8ea-0389e3024871/HT-SIKA%20I.pdf>
- Sika Perú. (2014). Hoja Técnica Sika WT-100. Lima.
<https://ecu.sika.com/dms/getdocument.get/94f04566-51e6-36bf-85f2-16e5af7878c7/Sika-WT-100-L-PDS.pdf>
- Sika Perú S.A.C., S. (2018). Hoja técnica impermeabilizante.
https://per.sika.com/es/soluciones-y-productos/mercados_sika/sikaaditivos-concreto/descargas-aditivos-concreto/hojas-tecnicas-aditivosconcreto.html?page=4
- Sota Solís, H. (2017). Influencia del aditivo Sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1498#:~:text=Los%20resultados%20de%20esta%20investigaci%C3%B3n,de%205.91%F0%9D%91%A510%E2%88%9211%F0%9D%91%9A%2F%F0%9D%91%A0%20a>
- Oquendo Rodríguez, E. (2013) Evaluación y Selección de Aditivos Impermeabilizantes para concreto con resistencia de 450 kgf/cm².
<https://docplayer.es/10226971-Universidad-simon-bolivar-decanato-de-estudios-profesionales-coordinacion-de-ingenieria-de-materiales.html>
- Palomares Carmona, J. P. (2009). Estudio de las Características del concreto utilizando aditivo reductor de agua de alto rango - superplastificante y cemento portland tipo I. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ponce, E. (2016). Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Pavon, V. (2001). Diseño y construcción de estructuras de concreto para contener Líquidos. Ciudad de México: Universidad Autónoma de México.
<https://isbn.cloud/9789687508917/disen-y-construccion-de-estructuras-de-concreto-para-contener-liquidos/>

- Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú (Segunda ed.). Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Priya, H. (2015). International Journal of Advances in Engineering & Technology, 598-604. <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/docview/1712466237?accountid=45097>
- Rivera L., G. A. (2013). Concreto Simple. Popayán: Universidad del Cauca.
- Rivva López, E. (2010). Diseño de mezclas (Primera ed.). Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Salamanca, R. (2001). Aplicación del Cemento Portland y los Cementos Adicionados. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, pp. 33-38. <https://es.scribd.com/document/237010711/Aplicacion-del-Cemento-Portland-y-los-Cementos-Adicionados-Rodrigo-Salamanca-Cporrea>
- SENCICO. (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima-Perú: Ministerio de Vivienda y Saneamiento.
- SENCICO. (2014). Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto (1era ed.). (Cartolan, Ed.) Lima, Perú.
- Troxell, G. E., Davis, H. E., & Kelly, J. W. (1968). Composition and Properties of Concrete. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Wadell, J. J. (1968). Concrete Construction Handbook. New York: McGraw-Hill Book Company.

VIII. ANEXOS.

Anexo A

Certificación de Resultados del Contenido de Humedad



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME	MATERIAL : HORMIGON
TESIS : * INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULICAS*	CANTERA : TACLLAN
	FECHA : 10/11/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216



POZO	C-01	
MUESTRA	MA-01 (A. FINO)	
PROFUNDIDAD (m)	-----	
FRASCO N°	1	2
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	211.30	188.39
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	200.64	182.25
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	10.66	6.14
(4) Pfr (gr)	37.17	88.03
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	163.47	94.22
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	6.52	6.52
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	6.52%	

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo B

Certificación de Resultados del Análisis Granulométrico por Tamizado



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
 RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME	MATERIAL : HORMIGON
TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUID (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULI	CANtera : TACLLAN
	FECHA : 10/11/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

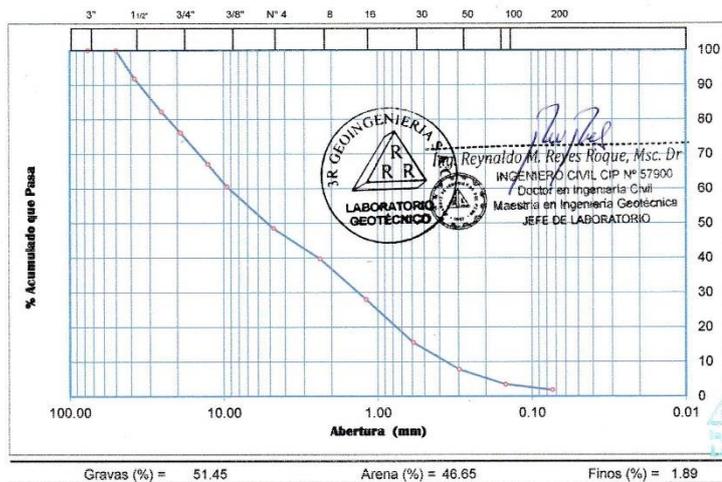
CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO : 2800.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 1.89
 PESO LAVADO SECO : 2750.00 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	227.90	8.14	8.14	91.86
1"	25.400	267.50	9.55	17.69	82.31
3/4"	19.050	171.80	6.14	23.83	76.17
1/2"	12.700	252.90	9.03	32.86	67.14
3/8"	9.525	183.30	6.55	39.41	60.59
No 4	4.760	337.30	12.05	51.45	48.55
No 8	2.380	247.60	8.84	60.30	39.70
No 16	1.190	326.10	11.65	71.94	28.06
No 30	0.590	348.90	12.46	84.40	15.60
No 50	0.297	217.50	7.77	92.17	7.83
No 100	0.149	121.70	4.35	96.52	3.48
No 200	0.074	44.50	1.59	98.11	1.89
> No 200	0.000	3.00	0.11	98.21	1.79
TOTAL		2750.00	98.21		

Nota: Porcentaje máximo de finos 5%. - Lavar en caso de mayor porcentaje de finos.

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeingenieria.com 954 709 070 3R Geingeniería SAC



Anexo C

Certificación de Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION

SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME

TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULICAS"

LUGAR : HORMIGON

CANTERA : TACLLAN

FECHA : 10/11/2022



Identificación (Agregado)		
Tamaño Máximo de la muestra		1 1/2 "
Tipo de Frasco Utilizado		Probeta
Peso Frasco + Agua	=(A)	1677.00
Peso mat. y Sup. Seca en Aire	=(B)	500.00
Mat. Sat. + Agua + Frasco: A+B	=(C)	2177.00
Peso Global con Desplaz. de Vol.	=(D)	1987.00
Peso Vol. Masa + Vol. Vacios: C-D	=(E)	190.00
Peso Mat. Sat. y Sup. Seca en Agua	=(F)	----
Peso Secado en Estufa a 105°C	=(G)	----
Peso del Vol. De la Masa: E-(B-C)	=(H)	----
P.E. Bulk (Base Seca)	=G/E	----
P.E. Bulk (Base Saturada)	=B/E	2.62
P.E. Aparente o Relativo	=G/H	----

N° de Tarro		1
Peso del Tarro + Mat. SSS en Aire	=(a)	250.34
Peso del Tarro + Mat. Secado en Estufa	=(b)	247.29
Peso del Agua (a-b)	=(c)	3.05
Peso del Tarro	=(d)	50.21
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	=(e)	197.08
Porcentaje de Absorción	=(c)x100/e	1.55

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnicas
JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo D

Certificación de Resultados del Peso Unitario



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
 RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



SOLICITA	: GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME	LUGAR	: HORMIGON
TESIS	: " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULICAS"	CANTERA	: TACLLAN
		FECHA	: 10/11/2022

PESO UNITARIO DEL HORMIGON

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	5540.00	5550.00	5550.00	5720.00	5710.00	5700.00
PESO DEL MOLDE	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00
PESO DEL MATERIAL	1632.00	1642.00	1642.00	1812.00	1802.00	1792.00
VOLUMEN DEL MOLDE	936.83	936.83	936.83	936.83	936.83	936.83
PESO UNITARIO	1.742	1.753	1.753	1.934	1.924	1.913
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.749			1.924		



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
 Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Georingeniería SAC

Anexo E

Certificación de Resultados del Diseño de Mezcla de Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

DISEÑO: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (HORMIGON)

INFORME N° 505-2022-3R-LG



SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME

TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULICAS"

ENTIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

CANTERA : TACLLAN

FECHA : 10/11/2022



MATERIALES:

AGREGADOS : Material de cantera traído por el interesado.

CEMENTO : Portland Tipo I ASTM C-150

Peso Específico = 3.15 gr/cm3 (Cemento SOL)

DATOS DEL AGREGADO (HORMIGON):

MODULO DE FINEZA	=	4.05
PESO ESPECIFICO	=	2.62 Tn/m3
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	6.52 %
ABSORCION	=	1.55 %
PESO SECO SUELTO	=	1749 Kg/m3
PESO SECO COMPACTADO	=	1924 Kg/m3

VALORES DE DISEÑO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f'c$)	=	210 Kg/cm2
REVENIMIENTO	=	2 a 4 pulg
TAMAÑO MAXIMO	=	1 pulg
AGUA DE MEZCLADO	=	202 Kg/m3
Factor de Seguridad	=	85 Kg/cm2
$f'cr = f'c + \text{Factor de Seguridad}$	=	295 Kg/cm2
AIRE TOTAL (%)	=	1.50
RELACION A/C	=	0.49

CONTENIDO DE CEMENTO = 412.2 Kg/m3 = 9.7 bls.

VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA:

VOLUMEN ABS. DE CEMENTO	=	0.131 M3
VOLUMEN ABS. DEL AGUA	=	0.202 M3
VOLUMEN ABS. DE AIRE	=	0.015 M3
VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA	=	0.348 M3

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque, M.Sc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



VOLUMEN ABSOLUTO DEL HORMIGON	=	0.652 M3
PESO SECO DEL HORMIGON	=	1708.6 Kg/M3
VALORES DE DISEÑO:		
CEMENTO	=	412.2 Kg/M3
AGUA DE DISEÑO	=	202.0 Lt/M3
HORMIGON	=	1708.6 Kg/M3

CORRECCION POR HUMEDAD DEL HORMIGON:

PESO HUMEDO DEL HORMIGON	=	1820.0 Kg/M3
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL HORMIGON	=	4.971 %
APORTE DE HUMEDAD DEL HORMIGON	=	84.9 Lt/M3
AGUA EFECTIVA	=	117.1 Lt/M3



VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS:

CEMENTO	=	412.2 Kg/M3
AGUA DE DISEÑO	=	117.1 Lt/M3
HORMIGON	=	1820.0 Kg/M3

CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO Y PROPORCIONES

DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE:

Cemento	412.2 Kg. =	9.7 Bolsas
Hormigón	1820.0 Kg.	
Agua de Mezclado	117.1 Kg.	

DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE:

Cemento	412.2 Kg. =	9.7 bls =	0.274 M3
Hormigón	0.977 M3		
Agua de Mezclado	0.117 M3 =	117 Lts.	

La proporción en Volumen será:

Cemento	=	1.0
Hormigón	=	4.0

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo F

Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a Compresión del Concreto Patrón



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 546-2022-3R-LG

SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME

TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULICAS"

ENTIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

MUESTRA : CONCRETO PATRÓN F'c= 210 KG/CM2

FECHA : 03/01/2023



N°	BRIQUETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO Kg/cm²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	ÁREA cm2	f'c (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	05/12/2022	7	32,664.80	176.7	184.86	88%
2	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	05/12/2022	7	32,859.10	176.7	185.96	89%
3	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	05/12/2022	7	32,707.20	176.7	185.10	88%
4	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	12/12/2022	14	42,916.80	176.7	242.88	116%
5	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	12/12/2022	14	43,192.60	176.7	244.44	116%
6	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	12/12/2022	14	42,955.80	176.7	243.10	116%
7	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	19/12/2022	21	46,710.60	176.7	264.35	126%
8	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	19/12/2022	21	46,843.20	176.7	265.10	126%
9	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	19/12/2022	21	46,998.70	176.7	265.98	127%
10	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	26/12/2022	28	49,493.70	176.7	280.10	133%
11	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	26/12/2022	28	49,811.70	176.7	281.90	134%
12	PATRÓN (SIN ADITIVO)	210	28/11/2022	26/12/2022	28	49,241.50	176.7	278.67	133%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestra en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo G

Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika I Liquido al 2%



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 546-2022-3R-LG

SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME
 TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULICAS"
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
 MUESTRA : CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA I LIQUIDO (2 %)
 FECHA : 03/01/2023



N°	BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	ÁREA	f'c	%
	DESCRIPCIÓN	Kg/cm²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)	f'c/fc
13	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	06/12/2022	7	43,883.40	176.7	248.35	118%
14	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	06/12/2022	7	44,093.70	176.7	249.54	119%
15	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	06/12/2022	7	43,795.10	176.7	247.85	118%
16	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	13/12/2022	14	51,248.30	176.7	290.03	138%
17	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	13/12/2022	14	51,091.00	176.7	289.14	138%
18	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	13/12/2022	14	51,375.50	176.7	290.75	138%
19	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	20/12/2022	21	53,757.40	176.7	304.23	145%
20	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	20/12/2022	21	53,587.80	176.7	303.27	144%
21	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	20/12/2022	21	53,534.80	176.7	302.97	144%
22	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	27/12/2022	28	55,625.20	176.7	314.80	150%
23	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	27/12/2022	28	55,748.90	176.7	315.50	150%
24	2 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	27/12/2022	28	55,996.20	176.7	316.90	151%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeingenieria.com 954 709 070 3R Geingeniería SAC

Anexo H

Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika I Liquido al 3%



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 546-2022-3R-LG

SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME

TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAHULICAS"

ENTIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

MUESTRA : CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA I LIQUIDO (3 %)

FECHA : 03/01/2023



N°	BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	ÁREA	f'c	%
	DESCRIPCIÓN	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	f'c/fc
25	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	06/12/2022	7	43,178.40	176.7	244.36	116%
26	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	06/12/2022	7	42,964.60	176.7	243.15	116%
27	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	06/12/2022	7	42,911.60	176.7	242.85	116%
28	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	13/12/2022	14	49,048.40	176.7	277.58	132%
29	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	13/12/2022	14	48,921.20	176.7	276.86	132%
30	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	13/12/2022	14	48,774.50	176.7	276.03	131%
31	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	20/12/2022	21	51,267.70	176.7	290.14	138%
32	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	20/12/2022	21	51,071.60	176.7	289.03	138%
33	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	20/12/2022	21	51,508.10	176.7	291.50	139%
34	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	27/12/2022	28	53,451.80	176.7	302.50	144%
35	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	27/12/2022	28	53,089.50	176.7	300.45	143%
36	3 % SIKA I LIQUIDO	210	29/11/2022	27/12/2022	28	53,227.70	176.7	301.23	143%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo I

Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika I Liquido al 4%



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 546-2022-3R-LG

SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME
TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULICAS"
ENTIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
MUESTRA : CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA I LIQUIDO (4 %)
FECHA : 03/01/2023



BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	ÁREA	f c	%
N°	DESCRIPCIÓN	Kg/cm²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm2 (Kg/cm2)	f c/fc
37	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	07/12/2022	7	41,764.80	176.7 236.36	113%
38	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	07/12/2022	7	41,551.00	176.7 235.15	112%
39	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	07/12/2022	7	41,833.70	176.7 236.75	113%
40	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	14/12/2022	14	47,788.50	176.7 270.45	129%
41	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	14/12/2022	14	47,656.00	176.7 269.70	128%
42	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	14/12/2022	14	47,528.80	176.7 268.98	128%
43	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	21/12/2022	21	50,085.60	176.7 283.45	135%
44	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	21/12/2022	21	49,988.40	176.7 282.90	135%
45	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	21/12/2022	21	50,184.60	176.7 284.01	135%
46	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	28/12/2022	28	51,794.30	176.7 293.12	140%
47	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	28/12/2022	28	51,967.50	176.7 294.10	140%
48	4 % SIKA I LIQUIDO	210	30/11/2022	28/12/2022	28	52,145.90	176.7 295.11	141%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo J

Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100 al 1%



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 546-2022-3R-LG

SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME

TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAHULICAS"

ENTIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

MUESTRA : CONCRETO $f'c = 210$ KG/CM2 + ADITIVO SIKA WT-100 (1 %)

FECHA : 03/01/2023



N°	BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	ÁREA	f_c	%
	DESCRIPCIÓN	Kg/cm ²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	f_c/f_c
49	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	07/12/2022	7	46,012.70	176.7	260.40	124%
50	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	07/12/2022	7	45,906.70	176.7	259.80	124%
51	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	07/12/2022	7	45,747.60	176.7	258.90	123%
52	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	14/12/2022	14	54,856.50	176.7	310.45	148%
53	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	14/12/2022	14	55,132.20	176.7	312.01	149%
54	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	14/12/2022	14	54,512.00	176.7	308.50	147%
55	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	21/12/2022	21	57,736.70	176.7	326.75	156%
56	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	21/12/2022	21	57,454.00	176.7	325.15	155%
57	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	21/12/2022	21	57,860.40	176.7	327.45	156%
58	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	28/12/2022	28	58,666.20	176.7	332.01	158%
59	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	28/12/2022	28	58,867.60	176.7	333.15	159%
60	1 % SIKA WT-100	210	30/11/2022	28/12/2022	28	58,586.70	176.7	331.56	158%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestra en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo K

Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100 al 2%



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 546-2022-3R-LG

SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME

TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAULICAS"

ENTIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

MUESTRA : CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA WT-100 (2 %)

FECHA : 03/01/2023



N°	BRIQUETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	ÁREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
			MOLDEO	ROTURA					
61	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,646.90	176.7	258.33	123%
62	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,570.90	176.7	257.90	123%
63	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,818.30	176.7	259.30	123%
64	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	53,743.30	176.7	304.15	145%
65	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	53,381.10	176.7	302.10	144%
66	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	53,946.50	176.7	305.30	145%
67	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	56,328.40	176.7	318.78	152%
68	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	56,058.10	176.7	317.25	151%
69	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	56,192.40	176.7	318.01	151%
70	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	57,365.70	176.7	324.65	155%
71	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	57,153.60	176.7	323.45	154%
72	2 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	57,250.80	176.7	324.00	154%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📱 3R Geoingeniería SAC

Anexo L

Certificación de Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100 al 3%



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 546-2022-3R-LG

SOLICITA : GRABIEL ERICKSON JUNIOR CADILLO JACOME
TESIS : " INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES EN LIQUIDO (SIKA WT-100 Y SIKA I) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE 210 KG/CM2 PARA SU USO EN OBRAS HIDRAHULICAS"
ENTIDAD : UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
MUESTRA : CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 + ADITIVO SIKA WT-100 (3 %)
FECHA : 03/01/2023



N°	BRIQUETA	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	ÁREA	f'c	%
	DESCRIPCIÓN	Kg/cm²	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)	f'c/fc
73	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,606.30	176.7	258.10	123%
74	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,417.20	176.7	257.03	122%
75	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	08/12/2022	7	45,312.90	176.7	256.44	122%
76	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	52,656.60	176.7	298.00	142%
77	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	52,373.90	176.7	296.40	141%
78	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	15/12/2022	14	53,010.00	176.7	300.00	143%
79	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	54,291.10	176.7	307.25	146%
80	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	54,420.10	176.7	307.98	147%
81	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	22/12/2022	21	54,273.40	176.7	307.15	146%
82	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	55,095.10	176.7	311.80	148%
83	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	55,201.10	176.7	312.40	149%
84	3 % SIKA WT-100	210	01/12/2022	29/12/2022	28	55,289.40	176.7	312.90	149%

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO



Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabaylo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo M

Panel Fotográfico

Foto 1

Vista Panorámica de la Cantera de Tacllán



Foto 2

Muestra del Agregado (Hormigón) en la Cantera



Foto 3

Laboratorio 3R GEOINGENIERIA S.A.C.



Foto 4

Determinación del Peso Unitario Suelto Seco (PUSS) – Agregado (Hormigón)



Foto 5

Determinación del Peso Unitario Compactado Seco (PUCS) – (Hormigón)



Foto 6

Pesado de las Muestras para Determinar el Peso Unitario



Foto 7

Lavado del Agregado para Determinar la Granulometría



Foto 8

Secado de la Muestra para Determinar la Granulometría en el Horno



Foto 9

Tamizado del Agregado (Hormigón)



Foto 10

Pesado del agregado ya Tamizado



Foto 11

Agregado Separado de Acuerdo al Diámetro del número de Tamiz



Foto 12

El Agregado (Hormigón) para la Elaboración del Concreto



Foto 13

El Cemento Portland Tipo I, Marca SOL



Foto 14

El Aditivo Impermeabilizante Sika WT-100



Foto 15

El aditivo Impermeabilizante Sika 1 Liquido



Foto 16

Materiales, Equipos y Moldes para la elaboración del Concreto



Foto 17

Los moldes Engrasados para la Elaboración de las Probetas de Concreto



Foto 18

Elaboración del Concreto con Aditivo Sika WT-100



Foto 19

Determinación del Asentamiento aplicando el Ensayo del Cono de Abrams



Foto 20

Llenado del Concreto en los Moldes Metálicos Cilíndricos



Foto 21

Se Muestra las 12 Probetas llenadas con el Concreto con Aditivo Sika WT-100



Foto 22

Desencofrado de las Probetas del Concreto con SikaWT-100



Foto 23

Se Muestra el Curado de las Probetas del Concreto Sika WT-100



Foto 24

Elaboración del Concreto con Aditivo Sika 1 Liquido



Foto 25

Se Muestra el Concreto con Aditivo Sika 1 en el Interior del Trompo Eléctrico



Foto 26

Se Muestra la Medición del Asentamiento en el Ensayo del Cono de Abrams



Foto 27

Llenando de las 12 Probetas con el Concreto con Aditivo Sika 1 Liquido



Foto 28

Desencofrado de las Probetas del Concreto con Sika 1 Liquido



Foto 29

Se Muestra el Curado de las Probetas del Concreto Sika 1 Liquido



Foto 30

Se Muestra el Total Especímenes en la Etapa del Curado



Foto 31

Secando las Muestras para Llevarlo a la Máquina Compresora.



Foto 32

Se Muestra la Máquina del Ensayo de Resistencia a la Compresión.



Foto 33

Pesando la Probeta Antes del Ensayo



Foto 34

Colocación de la Probeta de Concreto en la Máquina de Compresión



Foto 35

Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón



Foto 36

Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Sika WT-100 (1%)



Foto 37

Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Sika WT-100 (2%)



Foto 38

Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Sika WT-100 (3%)



Foto 39

Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Sika 1 liquido (2%)



Foto 40

Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Sika 1 liquido (3%)



Foto 41

Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Sika 1 liquido (4%)



Anexo N

Ficha Técnica del Aditivo Impermeabilizante Sika WT-100



HOJA TÉCNICA

Sika® WT-100 PE

Aditivo para Concreto Impermeable

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® WT-100 PE es un aditivo resistente al agua usado para reducir la permeabilidad del concreto.

USOS

Sika® WT-100 PE ha sido especialmente formulado para producir concreto impermeable de alta calidad. El concreto tratado con Sika® WT-100 PE se usa como parte del sistema para concreto impermeable Sika® Watertight Concrete System.

Sika® WT-100 PE se usa principalmente para las siguientes aplicaciones:

- Cimentaciones.
- Estacionamientos.
- Plantas.
- Túneles.
- Piscinas.
- Estructuras contenedoras de agua
- Presas (Diques).
- Estructuras de Plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Partes subterráneas de edificios comerciales (centros comerciales, centros de transporte, etc.).

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® WT-100 PE tiene las siguientes características y beneficios:

- Reduce la absorción de agua.
- Reduce la penetración de agua bajo presión.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Líquido

COLORES

Blanco

PRESENTACIÓN

Cilindro x 200 litros

Dispenser x 1000 litros

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

12 meses desde la fecha de producción si se almacena en su envase original cerrado y sin daños, protegido de la humedad y a temperaturas entre 5°C y 30°C. Proteger de la acción directa del sol y del congelamiento

Hoja Técnica
Sika® WT-100 PE
02.12.14, Edición 2

1/4

DATOS TECNICOS	DENSIDAD APARENTE Densidad específica: 1.00 - 1.04 kg/L (a +20°C) CONTENIDO DE CLORURO SOLUBLE EN AGUA < 0.1 M-% CONTENIDO DE ÁLCALIS ≤1%
INFORMACIÓN DEL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO 2% de Sika® WT-100 PE por peso de cemento o cementante.
MÉTODO DE APLICACIÓN	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO Para concreto impermeable: El diseño de la mezcla de concreto dependerá de los requerimientos locales y/o reglamentos locales para los sistemas de concreto impermeable. Para concreto impermeable Sika®:Sika® WT-100 PE ha sido formulado para ser usado en concreto es con un contenido mínimo de cementante de 350 kg/m ³ y una máxima relación a/c de 0.45. Dependiendo del diseño específico de la mezcla la dosis de superplastificante (HRWR) será evaluada con el fin de alcanzar una consistencia adecuada. Se recomienda siempre realizar ensayos de laboratorio para evaluar y confirmar la trabajabilidad real. PROCESO DE MEZCLADO Sika® WT-100 PE se adiciona al agua de mezclado o se adiciona con ella en el mezclador de concreto. Se recomienda un tiempo de mezclado húmedo de por lo menos 60 segundos, dependiendo de las condiciones de mezclado y del desempeño del mixer. Para evitar exceso de agua en el concreto, la dosificación final debe comenzar solo después de 2/3 del tiempo de mezclado húmedo. El control de la relación agua/cemento y de la consistencia del concreto son responsabilidad del productor. Se recomienda realizar ensayos de laboratorio para evaluar y confirmar la reducción de agua real. COMPATIBILIDAD Aditivos Sika®: Compatible con todos los superplastificantes Sika®e.g. Sika® ViscoCrete®,SikaPlast®, Sikament® Consultar por compatibilidad con otros productos Cementos/ adiciones: Todas las combinaciones de cemento Máximo contenido de SCM (Materiales cementantes suplementarios) 40% del contenido total de cementante (Fly ash / escoria /Silica fume) NOTAS DE APLICACIÓN Se recomienda soporte de nuestro departamento técnico. Adicionalmente: La composición química y física de los componentes, concreto y Sika® WT-100 PE y la temperatura del concreto y ambiente pueden afectar el tiempo de fraguado del concreto. BASE DE VALORES Todos los datos técnicos contenidos aquí son basados en pruebas de laboratorio. Las medidas de los valores en condiciones reales pueden variar debido a condiciones que se encuentran fuera de nuestro control.

Hoja Técnica
Sika® WT-100 PE
02.12.14, Edición 2

2/4

BUILDING TRUST



INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

RESTRICCIONES LOCALES	La información, regulaciones y normas pueden variar de país a país, por eso para mayor información de cada país, consulte la última versión de la Hoja Técnica del producto de cada país.
INFORMACIÓN DE HIGIENE Y SEGURIDAD	Para mayor información sobre el manejo, almacenamiento y disposición de los residuos, consulte la versión más reciente de la Hoja de Seguridad que contiene los datos de las propiedades físicas, ecológicas, toxicidad y otros datos de seguridad pertinentes.
NOTAS LEGALES	<p>La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.</p> <p>Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.</p> <p>“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 1 la misma que deberá ser destruida”</p>

Hoja Técnica
Sika® WT-100 PE
02.12.14, Edición 2

3/4

BUILDING TRUST



Anexo O

Ficha Técnica del Aditivo Impermeabilizante Sika 1 Líquido



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika®-1

Aditivo impermeabilizante

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

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

USOS

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

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

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

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

- Mayor impermeabilidad del mortero / concreto.
- Listo para usar.
- Fácilmente disperso.
- Libre de cloruros.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

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

Hoja De Datos Del Producto
Sika®-1
Febrero 2023, Versión 01.04
020705040010000001

1 / 2

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

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

NOTAS

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

MEZCLADO

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

MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

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

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

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

NOTAS LEGALES

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

Sika Perú
Habilitación Industrial
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6
Lurín, Lima
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto
Sika®-1
Febrero 2023, Versión 01.04
020705040010000001

2 / 2

Sika-1-es-PE-(02-2023)-1-4.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Anexo P

Composición química del Aditivo Impermeabilizante Sika WT-100

COMPOSICIÓN QUÍMICA



Sika® WT-100

SECCION 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificación del producto

Nombre del producto: Sika® WT-100

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Uso del producto:

✓ Aditivo hormigón.

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Fabricante/ Distribuidor: Sika Perú S.A.
Centro Industrial "Las Praderas de Lurín"
S/N Mz. "B" Lote 5 y 6
Perú
Número de Teléfono: 618 6060
Número de Fax: 618 6070
Dirección de email: www.sika.com.pe
responsable de esta FDS

1.4 En caso de emergencia:

Alo EsSalud: 472 2300 y/o 0801-10200
Central de Emergencias de los Bomberos: 116 y/o 222 0 222

SECCION 2: Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación SGA

Corrosión o irritación cutáneas: Categoría 3

Lesiones o irritación ocular
Graves: Categoría 1

2.2 Elementos de etiquetado GHS

Pictogramas de peligro



Palabra de advertencia: Peligro

Indicaciones de peligro: H316 Provoca una leve irritación cutánea.
H318 Provoca lesiones oculares graves.

1/3

Sika® WT-100

SECCION 3: Composición /información sobre los componentes

Sustancia/preparado: Mezcla
Familia química/: Emulsión acuosa de alcalinos.

Nombre del producto o ingrediente Identificadores	%
ácido silícico, sal de sodio 1344-09-8	10% - 30%

No hay ningún ingrediente adicional presente que, bajo el conocimiento actual del proveedor y en las concentraciones aplicables, sea clasificado como de riesgo para la salud o el medio ambiente, como PBT o mPmB o tenga asignado un límite de exposición laboral y por lo tanto deban ser reportados en esta sección.

SECCIÓN 4: Propiedades físicas y químicas

4.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto

Estado físico:	Líquido viscoso
Color:	Blanco
Olor:	Característico
Umbral olfativo:	No disponible
pH:	9.3 ± 1.0
Punto de fusión/punto de Congelación:	No disponible
Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición:	> 100 °C
Punto de inflamación:	No aplicable
Tasa de evaporación	No disponible
Inflamabilidad (sólido, gas):	No disponible
Tiempo de Combustión:	No aplicable
Velocidad de Combustión:	No aplicable
Límites superior/inferior de inflamabilidad o de explosividad:	No aplicable
Presión de vapor:	No disponible
Densidad de vapor:	No disponible
Densidad:	1.02 g/cm ³ ± 0.05 g/cm ³ (20°C)
Densidad relativa:	No disponible
Solubilidad(es):	El producto es soluble en agua (20 °C)
Coefficiente de reparto noctanol/agua:	No disponible
Temperatura de autoinflamación:	No disponible
Temperatura de descomposición:	No disponible
Viscosidad:	
Viscosidad, dinámica:	Sin datos disponibles
Viscosidad, cinemática:	> 7 mm ² /s (40 °C)
Propiedades explosivas:	No disponible
Propiedades comburentes:	No disponible

4.2 Información adicional

Ninguna información adicional

2/3

Sika® WT-100

SECCIÓN 5: Estabilidad y reactividad

5.1 Reactividad:	Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.
5.2 Estabilidad química:	El producto es estable.
5.3 Posibilidad de reacciones peligrosas:	En condiciones normales de almacenamiento y uso, no se producen reacciones peligrosas.
5.4 Condiciones que deben evitarse:	Ningún dato específico.
5.5 Materiales incompatibles:	Ningún dato específico
5.6 Productos de descomposición peligrosos:	En condiciones normales de almacenamiento y uso, no se deberían formar productos de descomposición peligrosos.

3/3

Anexo Q

Composición química del Aditivo Impermeabilizante Sika 1 Líquido

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Sika® 1



1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y DE LA EMPRESA

Nombre del producto : Sika® 1

Tipo de producto : líquido

Uso recomendado del producto químico y restricciones de uso

Uso del producto : Aditivo impermeabilizante para mezclas cementicias
Restricciones de uso : Utilizar en ambientes ventilados y con equipo de protección personal.

Informaciones sobre el fabricante o el proveedor

Compañía : Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las
Praderas de Lurín" s/n MZ B,
Lotes 5 y 6, Lurín

Teléfono : 618-6060

Dirección de correo electrónico : informacion@pe.sika.com

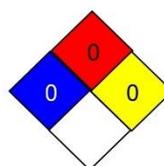
Teléfono de emergencia : Intoxicaciones, CITUC: 618-6060
Emergencias Químicas, CITUC-QUIMICO: 618-6060

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Clasificación según NCh382 : No regulado. Sustancia no peligrosa.

Distintivo según NCh 2190 : No regulado. Sustancia no peligrosa.

Señal de seguridad según NCh 1411/4 : Salud : 0 (color azul)
Inflamabilidad : 0 (color rojo)
Reactividad : 0 (color amarillo)



Clasificación según SGA (GHS)

No es una sustancia o mezcla peligrosa.

Etiqueta SGA (GHS)

No es una sustancia o mezcla peligrosa.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Sika® 1



3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Tipo de producto : Mezcla

Componentes peligrosos

Nombre químico sistémico	Nombre genérico	CAS No.	Concentración (%p/p)
3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea	diurón (ISO)	330-54-1	>= 0,0025 - < 0,025

4. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto	: líquido
Color	: blanco
Olor	: característico
Umbral de olor	: Sin datos disponibles
pH	: 6,0
Punto de fusión/rango / Punto de congelación	: Sin datos disponibles
Punto / intervalo de ebullición	: Sin datos disponibles
Punto de inflamación	: No aplicable
Índice de evaporación	: Sin datos disponibles
Inflamabilidad (sólido, gas)	: Sin datos disponibles
Límite superior de explosividad	: Sin datos disponibles
Límite inferior de explosividad	: Sin datos disponibles
Presión de vapor	: 23 hPa (23 hPa)
Densidad relativa de vapor	: Sin datos disponibles
Densidad	: aprox. 1,00 g/cm ³ (20 °C (20 °C) (l))
Solubilidad	
Hidrosolubilidad	: Sin datos disponibles
Solubilidad en otros disolventes	: Sin datos disponibles
Coefficiente de partición: (n-octanol/agua)	: Sin datos disponibles
Temperatura de auto-inflamación	: No aplicable

2 / 3

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Sika® 1



Temperatura de descomposición : Sin datos disponibles

Viscosidad
Viscosidad, dinámica : Sin datos disponibles

Viscosidad, cinemática : > 20,5 mm²/s (40 °C)

Propiedades explosivas : Sin datos disponibles

Peso molecular : Sin datos disponibles

COV : 0 g/l

5. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Reactividad : No se conoce ninguna reacción peligrosa bajo condiciones de uso normal.

Estabilidad química : El producto es químicamente estable.

Posibilidad de reacciones peligrosas : Sin riesgos a mencionar especialmente.

Condiciones a evitar : Humedad, calor, y fuentes de ignición

Materiales incompatibles : Bases fuertes.

Productos de descomposición peligrosos : CO, CO₂, NO_x, vapores clorados.
No se descompone si se almacena y aplica como se indica.
