



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Comportamiento de concreto F'C 300 kg/cm<sup>2</sup> utilizando aditivo  
acelerante de fragua Chema Estruct y Sika 3, Trujillo - La Libertad  
2024**

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

**AUTOR:**

Caballero Gavidia, Jesus Reyner (orcid.org/0000-0001-7041-6480)

**ASESOR:**

Dr. Castillo Chávez, Juan Humberto (orcid.org/0000-0002-4701-3074)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2024

## **DEDICATORIA**

A Dios

A mis Padres, Segundo Pablo Caballero Ruiz y Marina Gavidia Juárez quien siempre me infundieron espíritu de lucha y que las cosas se logran con esfuerzo y sacrificio, gracias por ser mi ejemplo de vida.

A mis hijos, Keller y Jhan, que día a día son el motivo de seguir adelante y así poder lograr todos mis proyectos.

A mis hermanos, que son el pilar fundamental y pacientemente siempre con sus consejos sabios me animan a seguir esforzándome.

A mis grandes amigos; todo mi reconocimiento y cariño.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a la universidad porque me acogió en el momento que más lo necesitaba, brindándome las mejores enseñanzas en la carrera y más en este tiempo difícil como fue la enseñanza virtual, haciendo posible el excelente funcionamiento de sus plataformas, nunca dejó de ofrecer un servicio de calidad acorde a los nuevos tiempos.

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **JUAN HUMBERTO CASTILLO CHÁVEZ**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo SAC - Trujillo, asesor del informe de tesis titulada: "Comportamiento de concreto F'C 300 kg/cm<sup>2</sup> utilizando aditivo acelerante de fragua Chema Estruct y Sika 3, Trujillo - La Libertad 2024", del autor **CABALLERO GAVIDIA, JESÚS REYNER**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Trujillo, 17 de Junio del 2024

JUAN HUMBERTO CASTILLO CHÁVEZ	
DNI: 18102931	Firma 
ORCID: 0000-0002-4701-3074	



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CABALLERO GAVIDIA JESUS REYNER estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Comportamiento de concreto F'c 300 kg/cm<sup>2</sup> utilizando aditivo acelerante de fragua Chema Estruct y Sika 3, Trujillo - La Libertad 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
CABALLERO GAVIDIA JESUS REYNER DNI: 42419969 ORCID: 0000-0001-7041-6480	Firmado electrónicamente por: JCABALLEROGA el 25- 07-2024 11:25:28

Código documento Trilce: INV - 1850664



## Índice de contenidos

CARÁTULA	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR / AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	01
II. MARCO TEÓRICO	06
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimiento	22
3.6. Métodos de análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	56

## Índice de tablas

Tabla 1	Esquema del diseño experimental	18
Tabla 2	Nº de probetas por día de curado	21
Tabla 3	Dosificación en la mezcla patrón	21
Tabla 4	Chema Estruct en 0.6%	25
Tabla 5	Chema Estruct en 1.30%	25
Tabla 6	Chema Estruct en 2.00%	26
Tabla 7	Sika 3 en 0.80%	27
Tabla 8	Sika 3 en 1.17%	27
Tabla 9	Sika 3 en 1.54%	27
Tabla 10	Resistencia a la compresión de mezcla patrón	28
Tabla 11	Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 0.6%	29
Tabla 12	Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 1.30%	30
Tabla 13	Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 2.00%	31
Tabla 14	Resistencia a la compresión de sika en 0.80%	31
Tabla 15	Resistencia a la compresión de sika en 1.17%	32
Tabla 16	Resistencia a la compresión de sika en 1.54%	33
Tabla 17	Tiempo de fraguado	36
Tabla 18	Ensayo de hipótesis	37
Tabla 19	Análisis de varianza	38

## Índice de figuras

Figura 1	Procedimiento	23
Figura 2	Diagrama de resistencia a la compresión	28
Figura 3	Diagrama de Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 0.6%	29
Figura 4	Diagrama de resistencia a la compresión de Chema Estruct en 1.30%	30
Figura 5	Diagrama de resistencia a la compresión de Chema Estruct en 2.00%	31
Figura 6	Diagrama de resistencia compresión de sika en 0.80%	32
Figura 7	Diagrama de resistencia a la compresión de sika en 1.17%	33
Figura 8	Diagrama de resistencia a la compresión de sika en 1.54%	34
Figura 9	Comparación de resistencias con diferentes proporciones de aditivos	35
Figura 10	Frecuencia para poder visualizar mejor el tiempo de fraguado	36

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Trujillo y tuvo como objetivo establecer el efecto que tiene el aditivo acelerador de fraguado Chema Estruct y Sika3 en la reacción del hormigón  $F'c=300 \text{ kg/cm}^2$  en compresión y tiempo de fraguado, evaluando el tiempo de fraguado y la temperatura del concreto. Se preparó un diseño de mezcla  $F'c=300 \text{ kg/cm}^2$ , siendo la relación de agua y cemento y los aditivos *Chema Estruct* y Sika3 o incorporador de aire (*Chema Entrampaire*), empleando las dosificaciones mínima, media y máxima recomendadas por la ficha técnica del aditivo acelerante de fragua (Chema 3). Haciendo un total de ocho probetas sin aditivo y 10 para el tiempo de fraguado que servirán como muestra patrón, ocho probetas con 0.6% de aditivo Chema Estruct, ocho probetas con 1.3% de aditivo Chema Estruct y ocho probetas con 2% de aditivo Chema Estruct y 10 probetas con 0.8% de aditivo Sika 3, 10 probetas con 1.17% de aditivo Sika 3 y 10 probetas con 1.54% de aditivo Sika 3. La metodología del proyecto de investigación es de tipo aplicada, el enfoque es cuantitativo, diseño-experimental, explicativo. Finalmente, los resultados obtenidos mediante los ensayos son comparados, concluyendo que una mezcla con aditivo sika 3 dentro de los porcentajes de 0,80%, 1,17% y 1,54% con relación al peso para el que dentro de la resistencia a la compresión los efectos habían sido favorables por la razón de que elevaron el fin de resistencia y con el control al tiempo de colocación, además, por la razón de que el extra aditivo se insertó a la combinación, el más corto el tiempo de colocación.

**Palabras clave:** Aditivos, acelerador, fraguado, Chema Estruct, Sika3.

## ABSTRACT

This research was carried out in the city of Trujillo and its objective was to establish the effect of the setting accelerator admixture Chema Estruct and Sika3 on the reaction of concrete  $F'C=300$  kg/cm<sup>2</sup> in compression and setting time, evaluating the setting time and the temperature of the concrete. A mix design  $F'c=300$ kg/cm<sup>2</sup> was prepared, being the ratio of water and cement and the additives Chema Estruct and Sika3 or air incorporator (Chema Entrampaire), using the minimum, average and maximum dosages recommended by the technical data sheet of the setting accelerating additive (Chema 3). Making a total of eight specimens without additive and 10 for the setting time that will serve as standard samples, eight specimens with 0.6% of Chema Estruct additive, eight specimens with 1.3% of Chema Estruct additive and eight specimens with 2% of Chema Estruct additive and 10 specimens with 0.8% Sika 3 additive, 10 specimens with 1.17% Sika 3 additive and 10 specimens with 1.54% Sika 3 additive. The methodology of the research project is applied, the approach is quantitative, design-experimental, explanatory. Finally, the results obtained by means of the tests are compared, concluding that a mixture with Sika 3 additive within the percentages of 0.80%, 1.17% and 1.54% in relation to the weight for which within the compressive strength the effects had been favorable for the reason that they elevated the fine of resistance and with the control to the time of placement, in addition, for the reason that the extra additive was inserted to the combination, the shorter the time of placement.

**Keywords:** additive, accelerator, setting, Chema Estruct, Sika3.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el hormigón es el material más utilizado debido a sus propiedades físicas y mecánicas como trabajabilidad, resistencia, propiedades acústicas y térmicas. Ya sea una construcción de carreteras, hidráulica o de edificios, si está hecha de materiales adecuados de acuerdo con los procedimientos y estándares de ingeniería, la estructura tendrá una buena vida. Al realizar estudios específicos se debe tener en cuenta la ubicación geográfica del país y la temperatura y otras condiciones especiales, es importante saber que el Perú tiene un clima diverso, donde la temperatura sube en la selva y baja en la montaña.

Según informes de monitoreo que exageran las temperaturas en el Perú (Senamhi, 2020, p. 2), indica que de mayo a septiembre se presenta la temperatura más baja del año, debido a que los departamentos y áreas se encuentran a diferentes alturas, existen cambios extremos de temperatura que afectan negativamente la estructura de concreto, por lo que se deben tomar precauciones. Porque diversas variables pueden afectar la estabilidad de las estructuras de concreto, como el medio ambiente, el material, la ejecución y el uso.

Durante la etapa de producción del concreto, sus propiedades cambian debido a factores como la relación agua/cemento, el agua, las propiedades del material, los patrones de transporte y fundición, la temperatura y el curado. Por lo tanto, el control de calidad es muy importante porque es un material de construcción que afecta la seguridad pública. (Patiño y Méndez, 2021, p. 61). Asimismo, cuando se realizan trabajos de hormigonado a bajas temperaturas, las condiciones climáticas son un factor importante, lo que permite que el cemento obtenga una mayor tasa de hidratación, logre un mayor período de endurecimiento y una resistencia más lenta.

Además, en climas fríos, la congelación del agua hace que el concreto aumente de volumen, provocando segregación, y luego del descongelamiento, el concreto de baja resistencia adquiere alta porosidad, lo que genera problemas de agrietamiento y afecta negativamente la durabilidad. Al mismo tiempo, la solución es el desmontaje, reparación, etc., lo que conlleva pérdidas económicas. (Campos & Martines, 2019).

El problema se manifiesta cuando se efectúa la mezcla, sin el uso de acelerantes; el proyecto va incrementando problemas en la fase de endurecimiento,

para averiguar la reacción, se realizaron pruebas de tenacidad a presión porque la fluidez principal es el H<sub>2</sub>O, y al pedir un hormigón mejor manipulable, es necesario usar un incremento de H<sub>2</sub>O, desfavoreciendo la resistencia.

El uso de tecnologías de acelerantes fisicoquímicos para los trabajos civiles se viene usando hace varios años, en Inglaterra en 1824 apareció una mezcla que se llamó Cemento Portland. El primer material fue la cal, la reacción del hormigón en su etapa nativa sería insumo medianamente interrumpido que se mantiene refrescado por cierto periodo determinado, sabiendo al momento inicia su reacción química de los componentes y consolidación del hormigón, al inicio de su mezclado hasta el momento que inició el tiempo de endurecimiento, obtiene su tiempo para poder ser manipulado en el lugar donde se trabaja, lo que contrasta, las modificaciones del clima que reacciones no aceptables en la preparación de la combinación al no utilizarse acelerante químicos. Pero si solo uno tiene que ver con el hormigón y estamos en sitios de temperaturas altas y en dos horas la mezcla es inservible, pero en lugares de temperatura baja sucede lo contrario, puede durar más de ocho horas y el hormigón no se endurece (Machaca, 2019, p.3).

En relación a lo mencionado previamente, los aditivos tienen una larga historia de uso en concreto y mortero porque se ha comprobado que mejoran la trabajabilidad de las mezclas de concreto; amplía la resistencia, habitualmente reduciendo la relación agua/cemento con menos agua sin reducir la consistencia de la mezcla; retrasar o acelerar el fraguado inicial, especialmente en condiciones climáticas extremas, es útil retrasar (en climas cálidos) o acelerar (en climas fríos) el fraguado inicial para dejar suficiente tiempo para la colocación y el acabado del concreto; en este caso, el objetivo es asegurar que el hormigón pueda soportar condiciones climáticas adversas sin deteriorarse en la intemperización.

Esta protección es necesaria para el hormigón exterior, lo que acrecienta la adherencia entre el hormigón y la armadura; extiende la adherencia entre el hormigón viejo y el hormigón nuevo; entre otros beneficios. Los aditivos de edificación son sustancias o productos (inorgánicos u orgánicos) que se concentran al hormigón antes del mezclado (o durante el mezclado o posterior mezclado) en una proporción no superior al 5 % del peso del cemento para obtener la modificación

deseada, fresco o endurecido. cualquiera de sus características, características comunes o comportamiento.

Los aditivos para concreto son productos solubles en agua y se agregan durante el proceso de mezclado en una proporción no mayor al 5 % de la masa de cemento con el objetivo de cambiar las propiedades del concreto en su estado nuevo y/o de trabajo. Los aditivos, que ahora se pueden utilizar para producir hormigón con propiedades diferentes a las del hormigón tradicional, están impulsando cada vez más el desarrollo en la industria de la construcción y se consideran nuevos ingredientes junto con el cemento, el agua y los áridos.

El clima frío puede causar problemas con la mezcla, colocación, tiempo de fraguado y curado del concreto, lo que afecta negativamente las propiedades físicas y la vida útil. A una temperatura de 10 °C a 50 °F, el tiempo de fraguado del hormigón es de aprox. 11 horas (sin aditivos), cuanto menor sea la temperatura, mayor será el tiempo de curado, y A -1 °C (30 °F) son unas 19 horas.

En la región de la sierra en La Libertad, la temperatura media anual se reduce hasta 11°C, en la preparación del concreto, es normal el uso de aditivos y de mayor uso como Sika3, Sika5, Chema5 y Chema Struct, los cuales no han sido comparados ni en tiempo de fragua, resistencia a la comprensión y aspecto económico.

En el caso de Perú, se evidenció que no se conoce muy bien sobre los acelerantes de fragua, por lo que no se viene tomando en cuenta dentro del preparado del hormigón dejándolo de lado dentro de su tiempo de vida de la estructura y apoyo en la parte de formación del hormigón; aunque el costo incrementa, pero sería justificado por qué se logra mejorar la infraestructura. En la secuencia del trabajo del mismo, también aseguran que el uso del acelerante aumentó el costo considerable en la fabricación del hormigón, pero no se debe permitir alguna excusa para usar este producto acelerante de fragua (Leon, 2018, p.14).

En un estudio realizado por Floriano (2018, p.33), se estableció que “Los aditivos de acelerante de endurecimiento de hormigón, las cantidades a utilizar por bolsa son variables según el tipo de agregado y el tiempo necesario al momento de poner en inicio en actividad dicha estructura fabricada”. Asimismo, Huarcaya (2014,

p.18) mencionó que, últimamente se vienen incrementado los trabajos en proyectos civiles por lo que ha llevado a un aumento en el empleo de hormigón, este aumento ocurre en distintos lugares.

En América Latina, Boy y Baca (2015), señalaron que una rama creciente de la investigación es el hormigón proyectado en el trabajo de ingeniería civil, donde no es posible crear encofrados, se utilizó hormigón proyectado, una obra de hormigón proyectado en 2014 fue la costa verde. En efecto, se arregló para colocar una red luego el hormigón tirado como un muro de contención; el relleno uniforme del concreto lanzado es importante para que el concreto tenga una mejor retención y evite atascarse y exista el riesgo de colapso.

Camacho (2017, p.2) sostiene que las viviendas en Huamachuco presentan características son de dos niveles, según el reglamento peruano las estructuras requieren una capacidad como mínimo de  $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$ , determinado para la dosificación de dicha combinación que utiliza un acelerante para aumentar su capacidad.

El desarrollo de la investigación respondió a la formulación del problema ¿Cuál es el efecto de los aditivos aceleradores de fragua, Chema Estruct y Sika3 en el comportamiento de hormigón  $F'C=300 \text{ kg/cm}^2$ , Trujillo La Libertad en 2023?, en relación a sustentación de dicha investigación, se demostró con un análisis de la morfología física y morfología mecánica del concreto  $F'C=300\text{kg/cm}^2$ , añadiendo a esto el uso de acelerantes de fragua Chema Estruct y Sika 3 la cual brinda un mejor fraguado y con ello alarga la vida útil del concreto, también se favorece en el discernimiento sobre el hormigón  $F'C 300\text{kg/cm}^2$  fabricado con la suma de aditivos acelerante de fraguado, como Chema Estruct y Sika 3 en diferentes proporciones utilizando agregados de canteras comunes más utilizadas de Trujillo, asimismo, este tipo de concreto es comparado con el concreto estándar en periodo de endurecimiento, costo y dureza óptima.

En cuanto a la justificación técnica, regularmente, al añadir aditivo al concreto es más perdurable, y las fisuras son mínimas, que aquella mezcla donde no está presente el aditivo, observándose los beneficios cuando se usa tales como: disminución del costo, formación de algunas propiedades positivas que algunas,

mantiene sus características iniciales en la primera parte del mezclado asimismo se conserva líquido el mezclado al momento que se transporta y en efecto se alcanza su instalación instantáneo alcanzando un saneado providencial en ambientes de periodo contrario, atestiguar su eficiencia de la combinación en circunstancias de ambientes duros, en el momento que se realiza la etapa de combinado.

Asimismo, en cuanto a la justificación social, se brinda un beneficio social para el ramo de la construcción ya que se contribuye con el conocimiento y aplicación del aditivo a emplearse en la sierra del Perú. Además, permitiendo tener un mayor criterio, beneficio y utilización al respecto con un eficiente rendimiento del concreto. Por lo tanto, los colaboradores del sector construcción de la región La Libertad también se beneficiarán enormemente con los hallazgos del estudio, el cual brindará información sobre los distintos tipos de concreto y la adición de aditivos aceleradores en las proporciones recomendadas por cada fabricante, lo que permitirá el mejor aprovechamiento de los aditivos en las distintas construcciones de la ciudad.

En relación a la justificación económica, los resultados demostraran a los constructores mayor libertad de uso, ya que se optimizan los costos directos de construcción, mediante la selección de aditivos y proporciones apropiadas, lo que se convierte en un beneficio para la construcción, permitiendo el máximo uso eficiente del concreto y el desarrollo de propiedades de su desempeño.

Por otro lado, se considera como objetivo general, determinar el efecto que tiene el aditivo acelerador de fraguado Chema Estruct y Sika3 en el comportamiento del hormigón  $F'C=300 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo La Libertad en 2023, y como objetivos específicos, los siguientes: objetivo específico 1 diseñar la mezcla para determinar la dureza del hormigón  $F'C=300\text{kg/cm}^2$ ; asimismo, como objetivo específico 2 determinar el periodo de fraguado del concreto  $F'C=300\text{kg/cm}^2$ ; y, como objetivo específico 3, comparar la dureza del hormigón y el periodo de fraguado del hormigón  $F'C=300\text{kg/cm}^2$ , a diferentes dosificaciones de los aditivos Chema Estruct y Sika 3. Además, se planteó como hipótesis de investigación que el aditivo acelerador de fraguado Chema Estruct y Sika3 tiene influencia significativa en el comportamiento del hormigón  $F'C=300 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo La Libertad en 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Para conocer de manera más cercana el comportamiento del concreto F'C 300 kg/cm<sup>2</sup> utilizando aditivo acelerante de fragua Chema Estruct y Sika 3, se citan los siguientes antecedentes internacionales:

Al-Manasir et al., (2023) en el estudio sobre el “*Acelerador de endurecimiento a base de nuevos químicos, eficiente a baja temperatura en cemento adicionado para la resistencia del hormigón F'C=300 kg/cm<sup>2</sup> en compresión y tiempo de fraguado*”, el objetivo fue demostrar que los aditivos acelerantes permiten mejorar las exigencias de alta productividad en la industria de la construcción, incluso durante el invierno, aumentan la necesidad de un acelerador de endurecimiento más eficiente. La metodología de enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Los resultados indicaron que la industria enfrenta el problema de que los aceleradores tradicionales no funcionan a bajas temperaturas o una reducción problemática de la retención del asentamiento debido al fraguado temprano de la matriz. Para abordar este desafío, en este artículo se ha destacado el desempeño de los aceleradores de endurecimiento, así como en combinación con un acelerador de fraguado, por su efectividad en cementos mezclados con escoria y cenizas volantes (CEM-II). Se demostró que los aceleradores funcionan extremadamente bien tanto a bajas temperaturas de 5 °C como a temperatura ambiente, por lo que se encontró que las resistencias a la compresión del hormigón vaciado durante la hidratación temprana eran hasta un 150% mayores que sin el uso de aceleradores a bajas temperaturas de 5 °C y 24 h. Además, las resistencias a la compresión a los 28 días no se vieron afectadas negativamente, sino que aumentaron. Se concluyó que el uso prolongado de cemento mezclado y el menor calentamiento del hormigón fresco reducirán, desde una perspectiva medioambiental, el consumo de energía y la huella de carbono de la industria, desde una perspectiva económica, un nuevo acelerador eficiente y bien documentado puede aumentar la productividad en el sitio en invierno, reducir costos, mejorar la calidad y aumentar la seguridad en el proceso de construcción.

Huamaní y Solon (2019), en su estudio “*Efecto de los aditivos aceleradores sobre la resistencia a la compresión y el tiempo de fraguado del concreto en el clima*

*cálido de Trujillo, 2019*”, el objetivo se enfocó en determinar y conocer el nivel porcentual óptimo de aditivo acelerador para reducir el tiempo de fraguado del concreto a 210 kg/cm<sup>2</sup> sin afectar la durabilidad en climas cálidos. Se concluyó que el porcentaje óptimo depende del aditivo acelerador analizado, agregar 1.5% de Sika1 Rapid® en climas cálidos reduce el tiempo de fraguado en un 30% sin afectar la resistencia a la compresión; mientras que Sika Rapid® 1 Z Fragua # 5 2.5% permitirá reducir el tiempo de curado en un 38% en climas cálidos sin afectar la resistencia a la compresión.

Lee et al., (2020), en Japón publicaron el artículo sobre los “*Efectos de los aditivos y aceleradores sobre el desarrollo de la resistencia del hormigón F’C=300 kg/cm<sup>2</sup> en compresión y tiempo de fraguado para el desencofrado horizontal tras el curado a 10 °C*”; el objetivo fue determinar la combinación óptima de aditivos y aceleradores para desarrollar la resistencia del concreto (5 MPa) para la eliminación del encofrado horizontal al curar a 10 °C. La metodología de tipo experimental, se utilizaron aditivos y aceleradores químicos simples y mixtos considerando la cantidad unitaria de cemento; se evaluó el asentamiento, el contenido de aire y la resistencia a la compresión. Los resultados determinaron los efectos de los aditivos y aceleradores sobre la resistencia del concreto fueron los siguientes: Ad < PC < ePC-A < ePC-B < CaBr<sub>2</sub> + DEA (C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>) < CaBr<sub>2</sub> + NaSCN + DEA. Para contenidos de cemento de 330 kg/m<sup>3</sup> o superiores, CaBr<sub>2</sub> + NaSCN + DEA mejoraron el desarrollo temprano de la resistencia al curar a 10 °C, alcanzando 5 MPa después de 24 h. Se concluyó, que los efectos de los aditivos y aceleradores en el desarrollo de la resistencia del hormigón fueron positivos para desarrollar una resistencia de 5 MPa, incluso cuando se aumentó el contenido de cemento.

Solís et al., (2022), en un artículo publicado en México, acerca del “*Efecto de los aditivos acelerantes en concreto con agregados de piedra caliza en clima cálido*”; el objetivo fue evaluar los efectos sobre el concreto de dos tipos de aditivos acelerantes en fragua, utilizando agregados, en condiciones de clima cálido subhúmedo. La metodología aplicada consistió en la medición en laboratorio de las principales propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido, en muestras fabricadas tanto con y sin aceleradores. Los resultados indicaron que los aditivos son

compuestos químicos que se añaden al hormigón durante su fabricación para modificar una o más de sus propiedades. El primer aditivo utilizado en el hormigón moderno fue el acelerador, destinado a acortar el tiempo durante el cual el material no fue capaz de soportar tensiones. Tradicionalmente, los aceleradores se fabrican a partir de cloruro de calcio. Los resultados mostraron que el acelerador sin cloruro fue menos efectivo que el basado en cloruro de calcio y que sin dosis del acelerador se logró la efectividad documentada por los fabricantes.

En el caso de investigaciones a nivel nacional, se encontraron las siguientes:

Saca (2023), publicó un estudio acerca del *“Efecto de los aditivos Sika y agregados gruesos en concreto de tamaño máximo nominal con resistencia diseñada  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> sobre las propiedades físicas y mecánicas”*, el objetivo consistió en realizar una evaluación del efecto de los aditivos aceleradores Sika en la resistencia a la compresión del hormigón de 280 kg/cm<sup>2</sup>. La metodología obedeció a un enfoque de tipo básico y experimental, ya que se manipularon las variables independientes (dimensiones máximas nominales del acelerador Sikacem y agregado grueso) para poder observar cómo se vio afectada a la variable dependiente. Se caracterizó el agregado y se diseñó el concreto para que estuviera listo para futuros testigos; se analizaron 72 muestras, 36 muestras con TMN 3/4" y las 36 muestras restantes con TMN 1/2"; también se ensayó la succión capilar de las muestras y finalmente se analizó el tiempo de fraguado del hormigón. Los resultados mostraron que utilizando 1% de *Sikacem Accelerator* y TMN 3/4", el concreto mostró los mejores resultados con 293,65 kg/cm<sup>2</sup> y el tiempo de fraguado final se redujo en 28 minutos en comparación con la dosificación estándar. La conclusión evidenció que la resistencia a la compresión de 1/2" es de 300,44 kg/cm<sup>2</sup> y el tiempo de fraguado se pudo reducir en 33 minutos respecto al hormigón estándar, por lo que se apreció una reducción en el tiempo de fraguado final.

Juárez (2022), sustentó una investigación *“Efecto del uso de aditivos de fraguado rápido en la resistencia temprana del concreto, Piura 2021”*, el objetivo consistió en evaluar el efecto del uso de aditivos endurecedores en la resistencia inicial del concreto. En terminología de métodos, las técnicas de muestreo se asientan en la observación y la medición, se emplearon formatos de laboratorio para

poder registrar los resultados de las pruebas de materiales, moldes de diseño de mezclas y pruebas de compresión de muestras cilíndricas. La herramienta de análisis de datos empleó el excel 2021. La muestra fue de 261 ensayos de 10 x 20 cm preparadas y procesadas según NTP 339.183.2021 y ensayadas según NTP 339.034.2021. Evaluación basada en dos diseños de mezcla estándar: f'c (teórico) 210 kg/cm<sup>2</sup> (45 pruebas) y f'c (teórico) 280 kg/cm<sup>2</sup> (42 pruebas); cada prueba es la media de 3 muestras. Las muestras se analizaron los días 1, 2, 3, 4, 7 y 28. En el diseño se emplearon dos tipos de aditivos: SikaCem® PE acelerador en una proporción del 1% al 4% del peso del cemento. y Z Forge #5, con una proporción de 1 a 1,5 litros/bohr. La conclusión radicó en que la dosis óptima del aditivo acelerador SikaCem® PE es del 1% para una resistencia F'C (teórica) 210 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia F'C (teórica) 280 kg/cm<sup>2</sup>; para aditivo Z Forge #5, Resistencia F'C (teórica) 280 kg/cm<sup>2</sup>, F'C (teórica) 210 kg/cm<sup>2</sup>, dosis óptima es 1 litro/bol, resistencia F'C (teórica) 280 kg/cm<sup>2</sup>, la dosis óptima es 1,25 L/Bol. Entre los aditivos aceleradores estudiados, la mejor mezcla se obtuvo con 1% de aditivo acelerador SikaCem® PE con resistencia del concreto F'C (teórica) 210 kg/cm<sup>2</sup> y resistencia del concreto F'C (teórica) 280 kg/cm<sup>2</sup>. La mezcla se logró utilizando aditivo Z Fragua #5 a 1,25 litros/bohr; además, se tuvieron en cuenta factores económicos para determinar las proporciones de mezcla óptimas para cada grado de hormigón.

Apac y Rojas (2021), en el estudio acerca de los “*Aditivos acelerantes para mejorar las propiedades físico-mecánicas del hormigón en climas de bajas temperaturas*”, el objetivo ha sido realizar la comparación de distintos experimentos, analizando las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla, la consistencia, la resistencia a la compresión y las propiedades de permeabilidad, y también resumió los resultados de investigaciones nacionales y extranjeras con el objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de hormigón. Estudios de aditivos aceleradores que proporcionaron información experimental y teórica sobre la dosis óptima de aditivos aceleradores para las distintas pruebas realizadas; utilizaron niveles deductivos, cuantitativos y orientados a aplicaciones, descriptivos, relacionales e interpretativos en el análisis de su investigación y el estudio fue documental y bibliográfico. Según los datos desarrollados, el uso del aditivo acelerador Chema3

(solución de sal alcalina) al 4 % en climas de baja temperatura puede generar temperaturas de hasta 28,7 °C por encima de los 0 °C ambientales, como se encontró en el estudio a continuación utilizando nitrato de calcio al 1,1 %. mejor sedimentación y consistencia fluida, en caso de resistencia a la presión, utilizando nanosilíce al 4%, misma dosis obtenida 444 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 4% a los 28 días. Otro de los resultados evidenció que la resistencia a la compresión es de 557 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, este estudio concluyó que el uso de aditivos aceleradores en porcentajes óptimos puede aumentar y mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Gómez et al. (2019), en el artículo científico sobre la *“Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto FC = 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>, en obras de la ciudad de Chachapoyas”*, el objetivo consistió en medir los efectos que tienen tres aditivos aceleradores para mejorar la resistencia a la compresión del concreto F'C = 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>. El diseño de investigación utilizado fue experimental mediante muestreo probabilístico el cual requirió al menos tres repeticiones que dependieron las unidades experimentales, la información fue procesada empleando el software estadístico SPSS V23.0 para analizar indicadores relevantes. Los factores evaluados fueron los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe y su efecto en el aumento de la resistencia inicial del concreto F'C = 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados se enfocaron en analizar la mezcla óptima, se prepararon muestras con aditivos de 2,5%, 3% y 3,5% en volumen de la bolsa de cemento, y luego se fragmentaron las muestras a las edades de 7, 14 y 28 días y se realizó una comparación con su resistencia. La conclusión afirmó que el aditivo acelerador de mayor efecto presenta mejoras de la resistencia inicial del hormigón del aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, además al evaluar los beneficios se demostró que es el más económico.

Ascue (2019), realizó un estudio para desarrollar y demostrar el efecto del uso de un aditivo no convencional: sacarosa y anilina, usándolos indistintamente, de manera que, al incluir el porcentaje de sacarosa, se pueda asegurar que la inclusión del componente actúa positivamente como acelerador durante el proceso de endurecimiento del concreto. Cuando se agrega una cierta cantidad de anilina a la

lechada de concreto, la resistencia eléctrica (F'C) del concreto aumenta. El resultado en el Laboratorio de Tecnología de Concreto de la Universidad de Andes en Cusco, confirmó que tiene incidencia un porcentaje rubio de sacarose y anilina porcentaje de los resultados de ambos elementos y alcanzar los elementos y alcanzar el interés óptimo para usar en cada caso.

Gómez (2018), en el artículo sobre el "*Efecto de tres aditivos aceleradores en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto FC = 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup> Chachapoyas-Amazonas 2016*", el como objetivo consistió en identificar tres aceleradores, para los aditivos (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE) sobre la resistencia a la compresión del concreto F'C =175kg/cm<sup>2</sup> y 210kg/cm<sup>2</sup>. La conclusión indicó que para el aditivo Z Fragua N°05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe aumentan la resistencia a la compresión del hormigón, alcanzando su resistencia deseada más rápidamente, lo que resulta en un agrietamiento más rápido y un menor tiempo de fraguado. Por tanto, la exposición máxima del hormigón es de siete días o una semana, alcanzando un valor cercano a su resistencia. Además, se deben emplear aditivos en función de sus especificaciones, clima y tiempo de curado; la cantidad de aditivo depende del volumen de hormigón; en promedio oscila entre el 1,5% y el 4%.

Legal (2019), en su estudio de transporte y resguardo que deben hacer antes de colocarlos y posterior de insertar el concreto en clima frío, así como la duración de los momentos que debería ser este concreto. Además, las lesiones típicas son ocasionadas por temperaturas que son muy bajas.

Castellón y De La Ossa (2019), sustentaron un estudio con el propósito de realizar una comparación de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con cemento Tipo I y Tipo III para determinar su comportamiento cuando se modifica con aditivos aceleradores y retardantes para producir una mezcla de concreto de 4000 psi. Para ello, primero se recolectan los materiales a utilizar, incluyendo agregados, cemento y aditivos, se realiza el diseño de la mezcla y pruebas de agregados de acuerdo con la norma de agregado grueso NTC 176 y la norma de agregado NTC 236, se procede a preparar la mezcla, realizar la prueba de asentamiento del concreto según lo descrito en la norma NTC 396 y luego realizar

una prueba de compresión a varios concretos preparados y comparar los resultados utilizando NSR10 con las normas esperadas. El resultado mostró que los aditivos emplazaron un efecto sobre la preparación y resistencia de la mezcla a la edad de 28 días. La cantidad de agente reductor de agua utilizada es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión del hormigón y su relación agua-cemento.

Las mezclas de concreto que contienen cemento tipo I, con o sin aditivos, tienen una firmeza resistente a la compresión reducida, lo que puede deberse a que la relación agua-cemento no es de las mejores en cuanto a la estructura. Las mezclas de concreto elaboradas con cemento tipo III presentan un incremento en la resistencia a la compresión con o sin aditivos, lo que puede deberse a que las partículas de cemento tipo III retienen mejor el agua porque tienen una mejor superficie de hidratación y el tiempo de fraguado es más corto, lo que significa que se produce un mayor desarrollo de fuerza compresiva. Los aditivos deben usarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante, ya que usar menos o más de la cantidad recomendada no tendrá el efecto deseado sobre la resistencia del concreto.

Apolinario (2017), en su estudio "*Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando aditivos coagulantes en la sierra andina de Huánuco*", tuvo como objetivo principal evaluar la resistencia a la compresión del concreto producido utilizando coagulantes. Se realizó un estudio comparativo de aditivos aceleradores en la región montañosa andina de Huánuco. Se concluyó que al comparar concretos con y sin aditivos aceleradores en todos los momentos se obtuvieron grandes diferencias por día (3 y 7), del 10% al 23% por día (14 y 28), respectivamente) están marcados con un rango mínimo del 3% al 7%, respectivamente. Por otro lado, la dosificación de aditivos debe realizarse según las instrucciones del fabricante, ya que utilizar más o menos no afectará la resistencia del hormigón.

A continuación, se presentan las bases teóricas que consolida la presente investigación:

Concreto, es un material formado por una mezcla de cemento, agua, áridos y aditivos opcionales en proporciones que inicialmente forman una estructura plástica y maleable, que luego alcanza una consistencia firme con propiedades aislantes y

duraderas, lo que lo convierte en el material ideal para la construcción (Pasquel, 2019)

Composición concreta. La tecnología de preparación del cemento desarrolla cuatro componentes de este material: cemento, agua, áridos y aditivos como componentes activos y aire como componentes pasivos. Las proporciones de volumen absolutas típicas de los componentes son: a) Aire = 1 a 3%; b) cemento = 7 a 15%; c) agua = 15 a 22%; d) agregados = 60 a 75%. (Pasquel, 2019).

Asimismo, los aditivos no son componentes esenciales de la mezcla de concreto, sin embargo, son de importancia cuando se necesita modificar las características del material, de tal manera que se adapte a las condiciones del proyecto y/o a los requerimientos del proyecto. constructor. En ocasiones, el uso de algún aditivo puede ser el único medio para obtener el resultado requerido, por ejemplo, dar resistencia al material contra el congelamiento y deshielo, acelerar o retardar el tiempo de fraguado del concreto, u obtener resistencias excepcionalmente altas (Solís et al., 2019). Los aceleradores son el primer tipo de aditivo que se utilizó en la construcción de estructuras de hormigón armado. Estos aditivos se han utilizado, principalmente, para avanzar en el desencofrado y sus posteriores procesos constructivos, sin embargo, en la mayoría de los casos, su uso produce un aumento de la retracción que sufre el hormigón al secar, lo que debe compensarse con un curado eficaz.

Según la teoría de la tecnología del concreto, los principales efectos de los aceleradores sobre las propiedades del hormigón son modificar su tiempo de fraguado y su resistencia mecánica. El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón o mortero, producido por el secado y recristalización de los hidróxidos metálicos, resultante de la reacción química entre el agua y los óxidos metálicos presentes en el *Clinker* de cemento. El efecto de los aceleradores sobre el estado plástico del hormigón es la reducción de los tiempos de fraguado inicial y final. El grado de esta reducción varía dependiendo de la cantidad de acelerador, la temperatura del hormigón y la temperatura ambiente (Solís et al., 2019).

Un aditivo es una sustancia química utilizada habitualmente en cantidades

inferiores al 5% de la masa de cemento, excluyendo agua, áridos, cemento y refuerzos de fibras, utilizada como ingrediente en lechadas, morteros u hormigón. La finalidad de los aditivos es mejorar las propiedades del producto, por otro lado, pueden cambiar ciertas propiedades del producto terminado (Tello, 2019, p. 25).

El agregado es el componente más grande del concreto y generalmente representa más del 70% de un metro cúbico de material de concreto. La mayor parte de la construcción utiliza hormigón en masa convencional y los agregados se extraen continuamente de depósitos naturales de arena y grava. El material se encuentra a una distancia sensata del lugar de trabajo y las propiedades de los materiales deben diferir significativamente entre sí; asimismo, muchas veces difieren en mineralogía o condiciones físicas como: distribución de tamaño y textura, las cuales son esenciales para el desempeño del concreto (Gómez et al, 2019).

El cemento se define como materiales en polvo que tienen las siguientes propiedades: cuando se agregan con la cantidad correcta de agua, forman una pasta firme que puede fraguar bajo el agua y en el aire para formar una unión estable. Esta definición no se aplica a la cal hidráulica, la cal aérea y el yeso (Bustamante, 2019). El agua, el agua de amasado debe estar limpia y libre de aceites, ácidos, bases, sales y sustancia orgánica. Para el hormigón se utiliza comúnmente agua potable, cuya función es hidratar el cemento para mejorar la mezcla.

El concreto es una mezcla de cemento, áridos gruesos o piedra, áridos finos o arena y agua. Cemento, agua y arena forman el mortero, que sirve para conectar diferentes partículas de árido grueso, rellenando los huecos entre ellas. En teoría, la cantidad de mortero sólo debería llenar el espacio entre las partículas. De hecho, el volumen es mayor porque se utiliza más mortero para asegurar que no se formen huecos (Bustamante, 2019).

Fraguado. Proceso que generalmente demora entre 24 a 4 horas, con tiempo de curado del concreto, se refiere al tiempo que le toma al concreto en ganar su resistencia completa, lo cual ocurre aproximadamente después de 28 días.

La norma ASTM C125 define el fraguado como el proceso, debido a reacciones químicas, que ocurre después de la adición de agua de mezclado, que da como resultado un desarrollo gradual de rigidez de una mezcla cementosa. En otras

palabras, es el proceso por el que pasa una mezcla de hormigón, desde ser una mezcla líquida hasta ganar cierta rigidez (Norma Técnica Peruana. (NTP 334.048, 2021).

Hay dos momentos cruciales en el proceso:

El tiempo de fraguado radica en mezclar el hormigón y comienza a perder su plasticidad, significa que la mezcla líquida comienza a solidificarse, lo que hará que sea más difícil de manipular (Huaman, 2019). La importancia del tiempo de fraguado. Puede que el tiempo de fraguado no parezca importante, pero puede resultar muy útil para muchos propósitos, el tiempo de fraguado inicial te indica cuánto tiempo tienes desde que mezclas agua con cemento hasta que este comienza a solidificarse. Saber esto ayuda a planificar cuándo mezclar el concreto y cuánto tiempo tienes disponible para transportarlo y colocarlo (Céspedes, 2019).

Lo ideal es que el tiempo de fraguado inicial sea lo suficientemente largo para transportar el hormigón y verterlo mientras aún está líquido. Sin embargo, no querrás que sea demasiado largo, ya que los finalistas y el resto del equipo tendrán que esperar (a veces hasta 5 horas) hasta que esté listo para consolidarse.

Lo mismo se aplica al tiempo de fraguado final, donde desea que sea lo suficientemente largo para poder terminar el concreto, pero no tanto como para que tarde una eternidad en endurecerse, ya que esto prolonga el cronograma del proyecto. En cuanto a los factores que afectan el tiempo de fraguado del concreto, el tiempo de fraguado se ve afectado por varios factores como la relación agua-cemento, las condiciones de temperatura y los aditivos. Aunque la relación agua-cemento tiene un gran efecto en el tiempo de fraguado del concreto y su rendimiento y calidad generales, las mezclas de concreto con proporciones más bajas de agua-cemento tienden a tener tiempos de fraguado más rápidos. Sin embargo, puede ser más difícil trabajar con estos materiales porque se endurecen más rápido. Por tanto, es necesario realizar todas las operaciones de acabado más rápidamente. (Céspedes, 2019)

Por otro lado, una mezcla con una mayor proporción agua/cemento tendrá un tiempo de fraguado más lento, lo que puede ser una ventaja porque tienes más tiempo antes de que comience a fraguar. Sin embargo, demasiada agua puede

afectar la resistencia final del concreto y causar retrasos ya que el adoquín de concreto tarda más en comenzar. En términos de ingredientes, los aditivos son sustancias que se agregan a la mezcla de concreto para cambiar una o más propiedades de la mezcla; Se pueden utilizar dos tipos principales de aditivos para cambiar el tiempo de fraguado: aceleradores y retardadores. Los aceleradores aumentan la hidratación del cemento. Velocidad, reduciendo así el tiempo, los retardadores retrasan el tiempo de fraguado del hormigón, dándole al hormigón más tiempo para trabajar. La temperatura afecta el tiempo de fraguado porque afecta la rapidez con la que ocurre la fase de hidratación del cemento. Si la temperatura es alta, la reacción de hidratación del cemento se producirá más rápidamente y el tiempo de fraguado será más rápido. Si la temperatura es baja, el proceso de hidratación del cemento será más lento y se retrasará el tiempo de fraguado.

También, es importante entender que existen dos tipos de pruebas relacionadas con el tiempo de fraguado; tiempo de fraguado del cemento y tiempo de fraguado del hormigón. Las pruebas de tiempo de fraguado del cemento son relevantes para los fabricantes de cemento, pero son difíciles de utilizar en proyectos de construcción. Esto se debe a que para los ensayos sólo se utiliza cemento puro y agua despreciando el efecto de los áridos y aditivos. Por tanto, la prueba más relevante a realizar es el tiempo de fraguado del hormigón (Céspedes, 2019).

El procedimiento estándar para hacerlo es: ASTM C403: Método de prueba estándar para el tiempo de fraguado de mezclas de concreto por resistencia a la penetración. La realidad es que la prueba de fraguado del hormigón no se utiliza mucho, esto se debe a qué, aunque la información que proporciona sea interesante, normalmente no hay suficiente tiempo ni personal para hacerlo.

Las Normas Técnicas empleada en esta investigación son la Norma Técnica Peruana 339.034 es aquella que determina la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndricas y la extracción de concreto diamantado. Sólo para el hormigón cuya masa unitaria sea superior a 800 kg/m<sup>3</sup>.

NTP 339.034: 2015. Método de ensayo estándar para determinar la resistencia a la compresión del hormigón en probetas cilíndricas, se han desarrollado métodos para determinar la resistencia a la compresión de muestras de hormigón cilíndricas y

sustancias de extracción de diamante de hormigón. Asimismo, para el hormigón cuya masa unitaria sea superior a 800 kg/m<sup>3</sup> (Norma Técnica Peruana. (NTP 334.048), 2021).

Resistencia a la Compresión: (Norma Técnica Perú 339.034). La resistencia a la compresión del hormigón se define como la carga máxima que el material puede soportar sin agrietarse. Dado que el hormigón está diseñado principalmente para resistir tensiones de compresión, se utiliza una medida de su resistencia a dichas tensiones como índice de su calidad. La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del hormigón endurecido y a menudo se utiliza para aceptar o rechazar el hormigón.

Método de ensayo para la tensión de compresión de muestras de hormigón cilíndricas. El propósito de esta norma los procedimientos para determinar la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas moldeadas a partir de concreto o de núcleos de diamante obtenidos de concreto endurecido. Sólo para el hormigón cuyo peso unitario supere los 800 kg/cm<sup>2</sup>. Este método de prueba implica aplicar una carga de compresión axial a una matriz o núcleo cilíndrico a una velocidad que la mantendrá dentro de un rango específico antes de que ocurra la falla (Norma Técnica Peruana. [NTP 334.048], 2021).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El modelo de indagación utilizado es de investigación aplicada, debido a que se resuelve de manera sostenible los problemas propuestos en el estudio u otras actividades con el propósito de crear nuevas tecnologías a partir de los conocimientos logrados a través de la investigación y como resultado, estos pueden ser aplicados, específicamente en las especialidades de infraestructuras, comunicacional, servicios, etc. (Ñaupas et al., 2019, p. 93).

El planeamiento de indagación fue experimental, con un diseño experimental, que son estudios en la cual se manipula intervenciones o ensayos, por lo que el tesista ha implantado una situación donde explica los efectos que se producen en las variables dependientes, es por ello que necesario realizar un diagnóstico de las variables independientes como dependientes (Hernández – Sampieri y Mendoza, 2018).

**Tabla 1.** Esquema del diseño experimental

G1	0%	Oi1	G1: grupo patrón (concreto sin con acelerante)
G2	0.6%	Oi2	G2: grupo ensayo 1 (concreto al 0.6 % con acelerante)
G3	1.3%	Oi3	G3: grupo ensayo 2 (concreto al 1.3 % con acelerante)
G4	2 %	Oi4	G4: grupo ensayo 3 (concreto al 2 % con acelerante)
GI	0%	Oiil	GI: grupo patrón (concreto sin con acelerante)
GII	0.8%	Oiill	GII: grupo ensayo 2 (concreto al 0.8 % con acelerante)
GIII	1.17%	Oiilll	GIII: grupo ensayo 3 (concreto al 1.17 % con acelerante)
GIV	1.54%	OiilV	GIV: grupo ensayo 3 (concreto al 1.54 % con acelerante)

**DÓNDE:**

O<sub>i</sub>: medición de la resistencia a compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)

O<sub>ii</sub>: medición de fraguado (nº horas)

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

#### **Variables**

Variable independiente: Adición de Aditivo Chema Estruct y Aditivo Sika 3

Variable dependiente: Comportamiento del concreto F'C 300 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Operacionalización: Dimensiones**

Adición de aditivo Chema Estruct

Dosificación del aditivo: 0.6%, 1.3% y 2% (% peso)

Adición de aditivo Sika 3

Diseño del aditivo: 0.8%, 1.17% y 1.54% (% peso)

Comportamiento del concreto F'C 300 kg/cm<sup>2</sup>.

Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

Tiempo de fraguado: 0.75; 1; 2; 4 y 6 (hrs).

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

#### **3.3.1 Población**

Se pensó en dos tipologías de concreto que son las siguientes: Concreto, con añadidura de producto acelerador de fraguado Sika 3, y Concreto, añadiendo aditivos acelerantes de fraguado Chema Estruct; En desiguales proporciones establecidas como: menor, media y mayor; encomendadas por cada fabricante, donde se plantea ejecutar pruebas en 7, 14, 21 y 28 días.

#### **Criterios para poder seleccionar.**

- El criterio de muestreo utilizado en el actual proyecto de investigación, fue no probabilístico, debido a que se considera cierta cantidad de testigos en función al criterio del investigador.

#### **Criterios de inclusión.**

- Un concreto añadiendo aditivo SiKA3 en razón mínima encomendado.
- Un concreto añadiendo aditivo SiKA3 en razón media encomendado.
- Un concreto añadiendo aditivo SiKA3 en razón máxima encomendado.
- Un concreto añadiendo aditivo Chema Estruct en razón mínima encomendado.
- Un concreto añadiendo aditivo Chema Estruct en razón media encomendado.
- Un concreto añadiendo aditivo Chema Estruct en razón máxima encomendado.

### **3.3.2 Muestra**

La presente muestra quedó constituida por dos tipologías de concreto tales como: hormigón con añadidura de aditivo acelerador de fragua sika3 y hormigón con añadidura de aditivo acelerador de fragua Chema Estruct; En desiguales cantidades (menos, igual, mayor) encomendadas por el fabricante, los ensayos se efectuarán para 7, 14,21 y 28 días.

Posteriormente, fueron definidos los instrumentos y materiales a utilizar en dicha preparación de las diferentes tipologías del mencionado concreto.

#### **Cemento**

Cemento portland tipo I

#### **Agua**

El referido líquido fue potable, este elemento es muy significativo para la elaboración del concreto utilizada en la ciudad de Trujillo en La Libertad Perú.

Se utilizó agua para la elaboración y curado del concreto el cual convendrá que sea de preferencia potabilizada según norma E 060, el ítem 3.4

#### **Aditivos**

Los aditivos usados para este estudio fueron de la marca Chema Estruct y Sika 3.

### **3.3.3 Muestreo**

Para compresión, se fabricó 8 probetas sin aditivo y 10 para el tiempo de fraguado que sirvieron como muestra patrón, 8 probetas con 0.6% de aditivo Chema Estruct, 8 probetas con 1.3% de aditivo Chema Estruct y 8 probetas con 2% de aditivo Chema Estruct y 10 probetas con 0.8% de aditivo Sika 3, 10 probetas con

1.17% de aditivo Sika 3 y 10 probetas con 1.54% de aditivo Sika 3.

**Tabla 2.** N.º de probetas por día de curado

	Nº de probetas por día de curado					Total
	7 días	14 días	21 días	28 días		
F'C=300kg/cm2						
0% Chema Estruct	3	3	3	3		12
0.6% Chema Estruct	3	3	3	3		12
1.3% Chema Estruct	3	3	3	3		12
2% Chema Estruct	3	3	3	3		12
	Nº de probetas por horas de vaciado					
	0.75 hora	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas	
F'C=300kg/cm2						
0% Sika 3	3	3	3	3	3	15
0.8% Sika 3	3	3	3	3	3	15
1.17% Sika 3	3	3	3	3	3	15
1.54% Sika 3	3	3	3	3	3	15

Forma de análisis. Se trabajó con hormigón de F'C=300 Kg/cm<sup>2</sup>, mediante este trabajo se realizó el ensayo respectivo: la dureza a la compresión y el periodo de fraguado mediante ruptura y análisis de probetas en sus diferentes periodos de curado 7, 14, 21 y 28 días y los tiempos de fraguado 0.75, 1.00, 2.00, 4.00 y 6.00 horas por lo cual se harán 2 rupturas de probetas por cada ensayo de esta manera se estará mitigando el margen de error en dicho trabajo experimental.

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

La secuencia que se utilizó en el ensayo en este trabajo científico, fue de la siguiente manera:

Se elaboró un concreto de 300 kg/cm<sup>2</sup>, con material de fábrica Tipo I, material de mayor espesor, con granos nominales 1/2", arena gruesa; agua potable. aditivos, Chema Estruct y Sika 3.

El diseño fue estándar en lo referente a agregados y agua, se realizaron los diseños de mezclas y se elaboraron en un día, en el periodo de una hora y la elaboración en la mañana fue para impedir la influencia preliminar del efecto del sol, se prepararon probetas con cemento tipo I, las cuales fueron en total 72 probetas; para una mezcla con capacidad de dureza de F'C=300 kg/cm<sup>2</sup> y Cemento Tipo I.

#### **Técnicas a utilizar:**

En este trabajo se trabajó una técnica de la observación, en consideración con la variable del ensayo, en esta indagación se aplicó el método de la visualización de roturas.

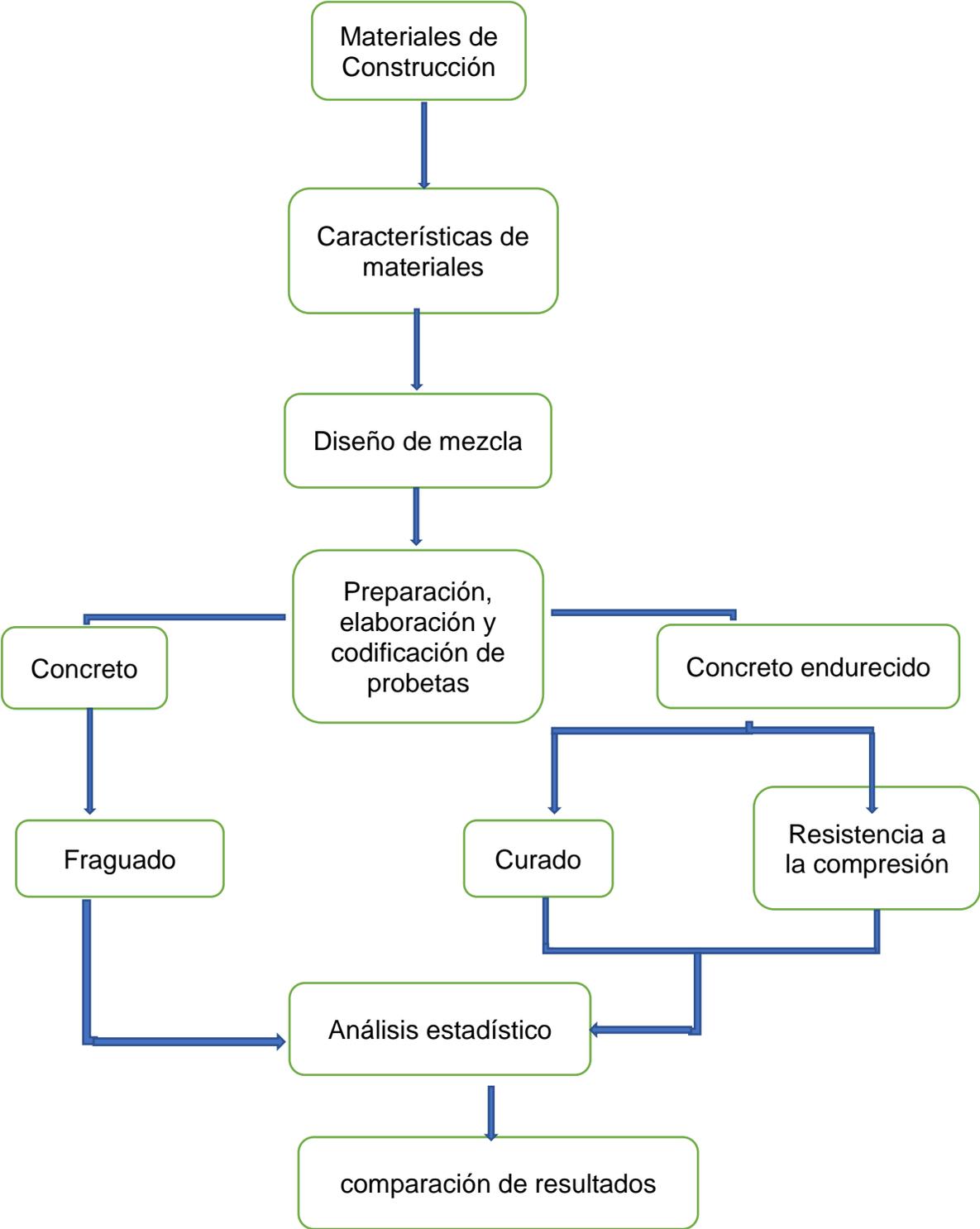
Instrumentos empleados:

- Guía de observación 1 que es una ficha en la cual se evaluó la compresión del concreto.
- Guía de observación 2 que es una hoja en la cual se evaluó el ensayo de la mezcla.

### **3.5. Procedimiento**

Se realizó un plan de estudio de las actividades que se va ejecutar durante la elaboración. En la Figura 1 se presenta el procedimiento de los ensayos.

**Figura 1.** Procedimiento de la investigación



### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Se usó el software Excel que sirvió para el cálculo en diferentes diagramas y poder administrar mejor.

Se usó el software Word que fue utilizado para trabajar el documento de investigación el cual contiene toda la información recaudada.

Adicionalmente el programa estadístico SPSS: que sirvió para comparar estadísticamente dicho ensayo.

### **3.7. Aspectos éticos**

En el campo de la construcción civil buscamos solucionar los problemas más primordiales que puedan afectar a estos tipos de proyectos.

- a. Con respecto al tiempo: El tiempo que se le dedica a la ejecución de este proyecto es muy poco, en promedio cinco meses de tiempo es muy reducido para poder recolectar toda la información ya que cada investigador tiene diversas obligaciones y responsabilidades.
- b. Limitaciones de la medida: Las personas psicológicamente marcamos diferencia entre sí o individualmente, por lo que no es fácil detectar esos factores de cada uno, por situación de tiempo y el tipo de ciencia.
- c. Bibliografías limitadas: muchas veces no es de carácter pública la información de los repositorios de las universidades en todos sus ámbitos sobre todo en aquellas instituciones en la cual se encuentran mayor cantidad información referido a esta investigación. También tenemos limitaciones con los libros y otros medios de información por ser de elevado costo.

Es importante mantener el sistema utilizando el estándar ISO 0690 en la copia de información para verificar tal vez están vulnerando nuestros derechos en nuestra documentación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Dosificación en una mezcla

**Objetivo específico 1.** Diseñar la mezcla para determinar la dureza del hormigón  $F'C=300\text{kg/cm}^2$

#### 4.1.1. Dosificación en la mezcla patrón

Se trata del cuidado del producto y resistencia del concreto patrón - ASTM C39 proporciones de materia prima para la dosificación del concreto patrón. En la Tabla 3 se evidencia los materiales en cantidades que se emplearon para la realización de los ensayos.

**Tabla 3.** Dosificación en la mezcla patrón

MATERIAL	Und	Cantidad
Cemento	Kg	30.75
Agregado fino	Kg	76.27
Agregado grueso	Kg	75.01
Agua	Lt	15.37

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

#### 4.1.2. Dosificación de mezcla con Chema Estruct

La Tabla 4 muestra dentro de los parámetros permitidos el uso de materiales para el aditivo Chema Estruct en 0.6%.

##### a) Chema Estruct en 0.6%

**Tabla 4.** Chema Estruct en 0.6%

MATERIAL	Und	Cantidad
Cemento	Kg	30.75
Agregado fino	Kg	76.27
Agregado grueso	Kg	75.01
Agua	Lt	15.25
CHEMA ESTRUCT 0.6%	Lt	0.118

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

##### b) Chema Estruct en 1.30%

En la Tabla 5, se muestra dentro de los parámetros permitidos el uso de

materiales para el aditivo Chema Estruct en 1.3%.

**Tabla 5.** Chema Estruct en 1.30%

MATERIAL	Und	Cantidad
Cemento	Kg	30.75
Agregado fino	Kg	76.27
Agregado grueso	Kg	75.01
Agua	Lt	12.08
CHEMA ESTRUCT 1.3%	Lt	2.56

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

c) Chema Estruct en 2.00%

En la Tabla 6 se muestra dentro de los parámetros permitidos el uso de materiales para el aditivo Chema Estruct en 2.0%.

**Tabla 6.** Chema Estruct en 2.00%

MATERIAL	Und	Cantidad
Cemento	Kg	30.75
Agregado fino	Kg	76.27
Agregado grueso	Kg	75.01
Agua	Lt	11.42
CHEMA ESTRUCT 2.00%	Lt	2.56

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

#### **4.1.3. Dosificación de mezcla con sika 3.**

a) Sika 3 en 0.80%

En la Tabla 7 se muestra dentro de los parámetros permitidos el uso de materiales para el aditivo Sika 3 en 0.80%.

**Tabla 7.** Sika 3 en 0.80%

MATERIAL	Und	Cantidad
Cemento	Kg	30.75
Agregado fino	Kg	76.27
Agregado grueso	Kg	75.01
Agua	Lt	13.79
SIKA 3 en 0.8%	Lt	1.57

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**b) Sika 3 en 1.17%**

En la Tabla 8 se muestra dentro de los parámetros permitidos el uso de materiales para el aditivo Sika 3 en 1.17%.

**Tabla 8.** Sika 3 en 1.17%

MATERIAL	Und	Cantidad
Cemento	Kg	30.75
Agregado fino	Kg	76.27
Agregado grueso	Kg	75.01
Agua	Lt	13.06
SIKA 3 en 1.17%	Lt	2.31

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**c) Sika 3 en 1.54%**

En la Tabla 9 se muestra dentro de los parámetros permitidos el uso de materiales para el aditivo Sika 3 en 1.54%.

**Tabla 9.** Sika 3 en 1.54%

Material	Und	Cantidad
Cemento	kg	30.75
Agregado Fino	Kg	76.27
Agregado Grueso	Kg	75.01
Agua	Lt	12.33
SIKA 3 en 1.54%	Lt	3.04

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

## **4.2 Resistencia a la compresión**

### **4.2.1. Resistencia a la compresión de mezcla patrón**

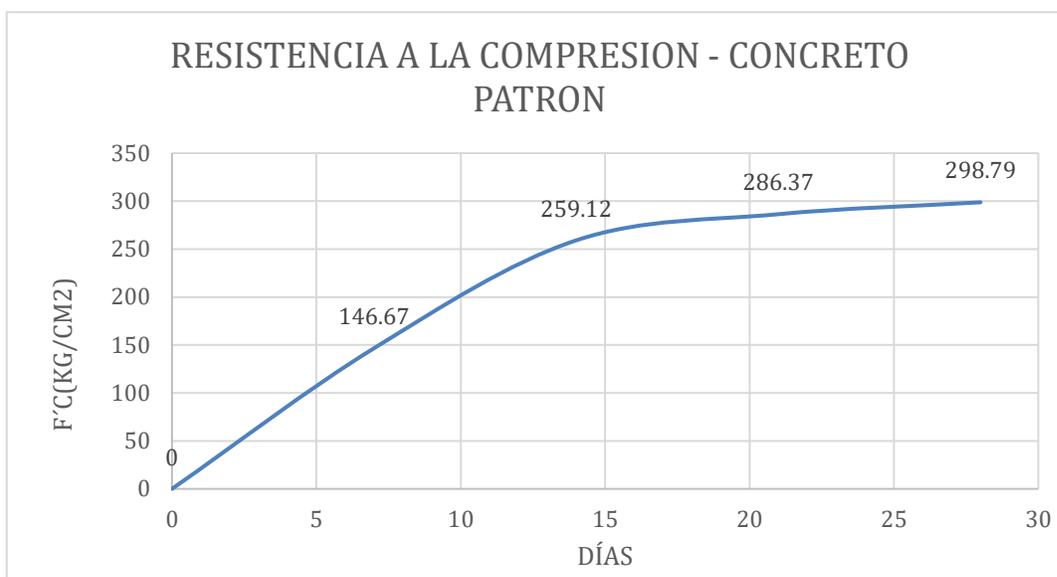
En la Tabla 10 se muestra el nivel de resistencia al concreto en el intervalo de tiempos realizado (7 días)

**Tabla 10.** Resistencia a la compresión de mezcla patrón

Resistencia a la compresión - concreto patrón	
Días	F'C (kg/cm <sup>2</sup> )
7	146.67
14	259.12
21	286.37
28	298.79

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**Figura 2.** Diagrama de resistencia a la compresión



#### 4.2.2. Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 0.6%

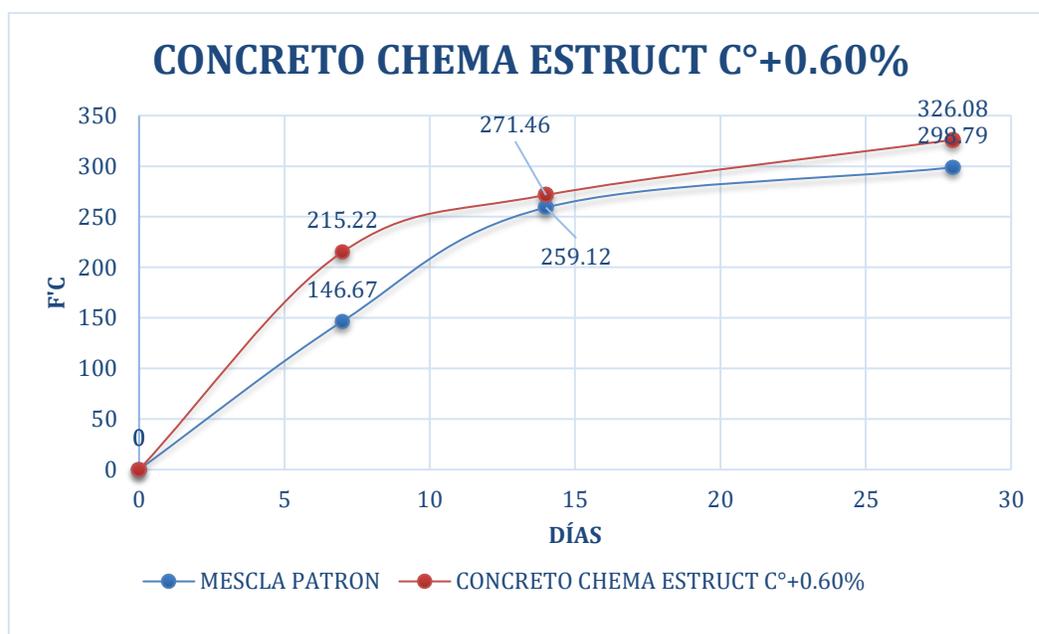
En la Tabla 11 y Figura 3 se presenta el nivel de resistencia a la compresión de Chema Estruct en 0.6% al concreto en el intervalo de tiempos realizado (7 a 28 días) o edad de ruptura.

**Tabla 11.** Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 0.6%

Concreto Chema Estruct c°+1.30%	Edad de ruptura	Resistencia a la copresion de (a) en kg/cm2	Resistencia a la copresion de (b) en kg/cm2	Resistencia a la copresion de (c) en kg/cm2	Promedio
Concreto	7	225.24	225.27	225.3	225.27
	14	281.62	281.45	281.37	281.48
	28	336.05	336.14	336.15	336.11

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**Figura 3.** Diagrama de Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 0.6%



#### 4.2.3. Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 1.30%

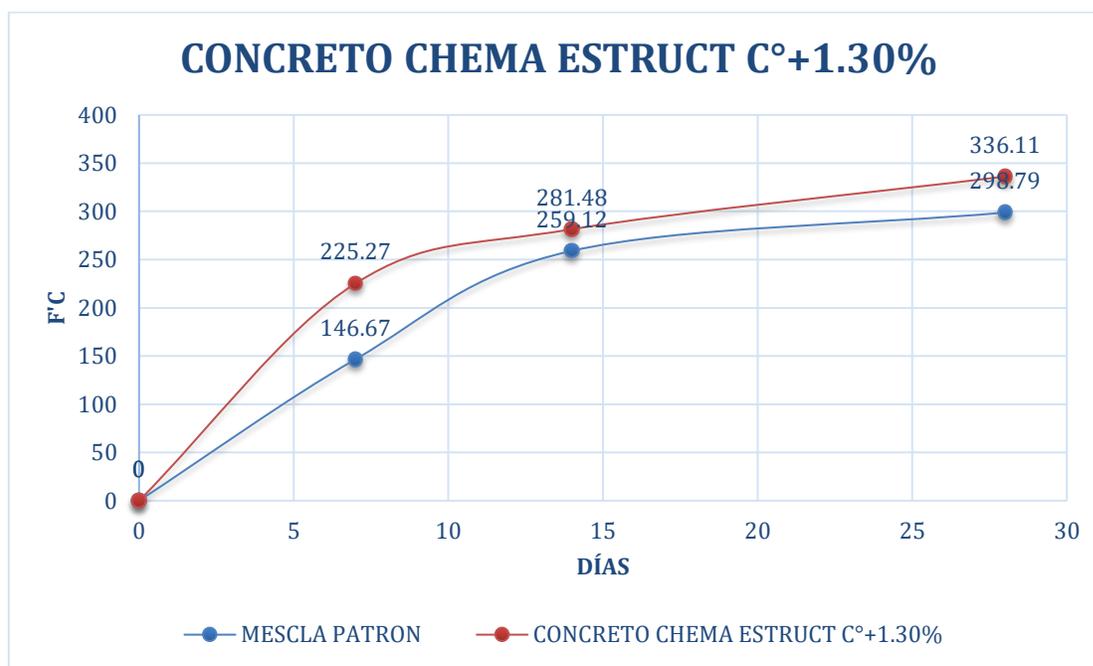
En la Tabla 12 se presenta el nivel de resistencia a la compresión de Chema Estruct en 1.3% al concreto en el intervalo de tiempos realizado (7 a 28 días) o edad de ruptura.

**Tabla 12.** Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 1.30%

Concreto Chema Estruct c°+1.30%	Edad de ruptura	Resistencia a la copresion de (a) en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la copresion de (b) en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la copresion de (c) en kg/cm <sup>2</sup>	Promedio
CONCRETO	7	225.24	225.27	225.3	225.27
	14	281.62	281.45	281.37	281.48
	28	336.05	336.14	336.15	336.11

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**Figura 4.** Diagrama de resistencia a la compresión de Chema Estruct en 1.30%



#### 4.2.4. Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 2.00%

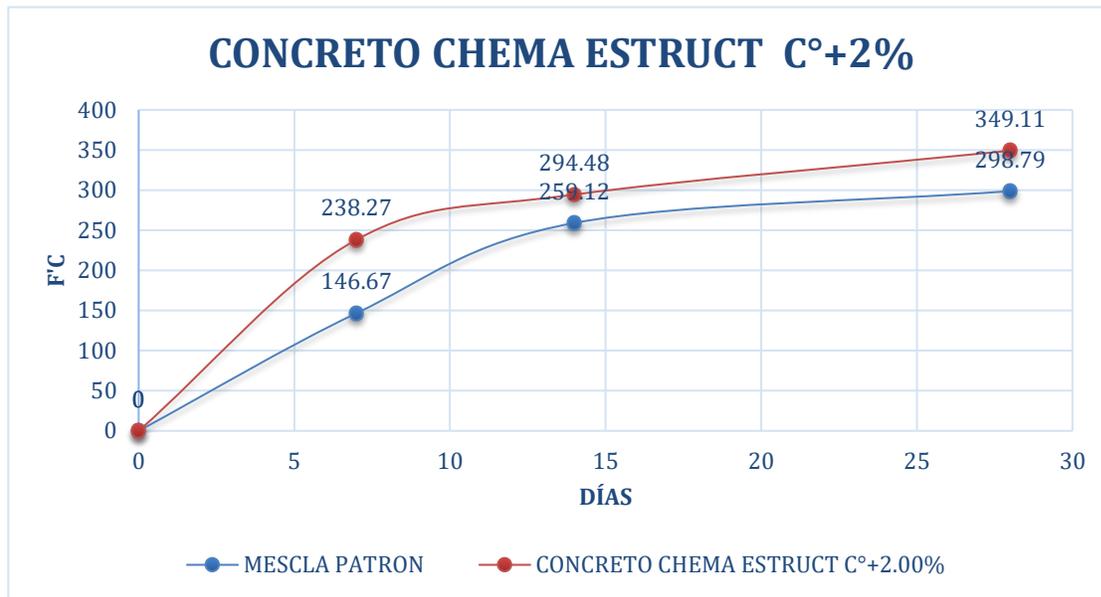
En la Tabla 13 se presenta el nivel de resistencia a la compresión de Chema Estruct en 2.0% al concreto en el intervalo de tiempos realizado (7 – 28 días) o edad de ruptura.

**Tabla 13.** Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 2.00%

Concreto Chema Estruct c°+2.00%	Edad de ruptura	Resistencia a la copresion de (a) en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la copresion de (b) en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la copresion de (c) en kg/cm <sup>2</sup>	Promedio
CONCRETO	7	238.24	238.27	238.3	238.27
	14	294.62	294.45	294.37	294.48
	28	349.05	349.14	349.15	349.11

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**Figura 5.** Diagrama de resistencia a la compresión de Chema Estruct en 2.00%



#### 4.2.5. Resistencia a la compresión de sika en 0.80%

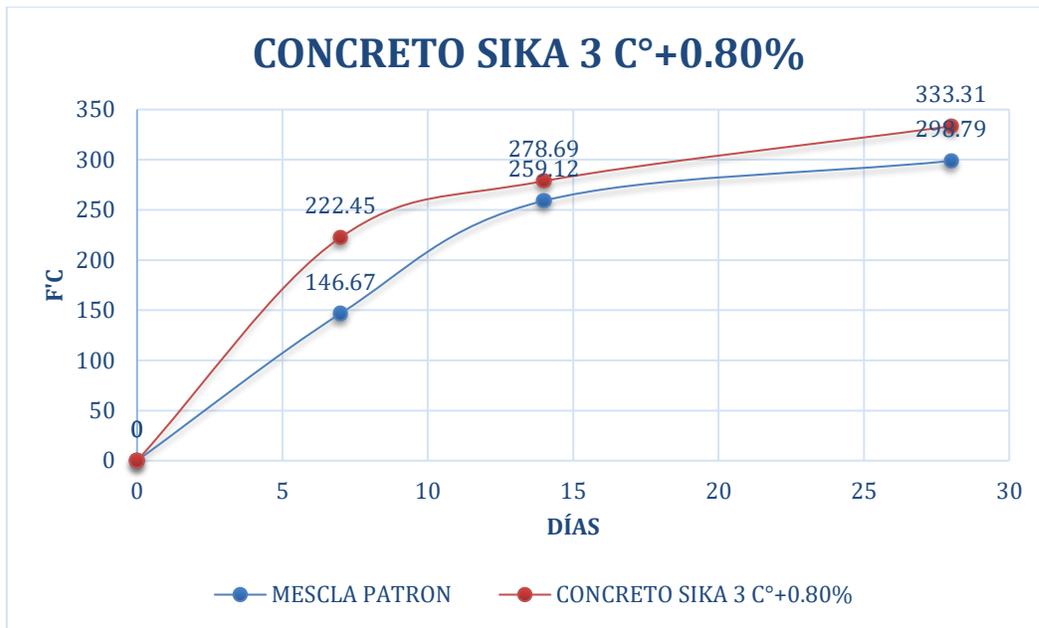
En la Tabla 14 y Figura 6 se presenta el nivel de resistencia a la compresión de Sika3 en 8.0% al concreto en el intervalo de tiempos realizado (7 – 28 días) o edad de ruptura

**Tabla 14.** Resistencia a la compresión de sika en 0.80%

Concreto sika 3 c°+0.80%	Edad de ruptura	Resistencia a la copresion de (a) en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la copresion de (b) en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la copresion de (c) en kg/cm <sup>2</sup>	Promedio
CONCRETO	7	222.47	222.46	222.43	222.45
	14	278.87	278.64	278.57	278.69
	28	333.28	333.33	333.33	333.31

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**Figura 6.** Diagrama de resistencia compresión de sika en 0.80%



#### 4.2.6. Resistencia a la compresión de sika en 1.17%

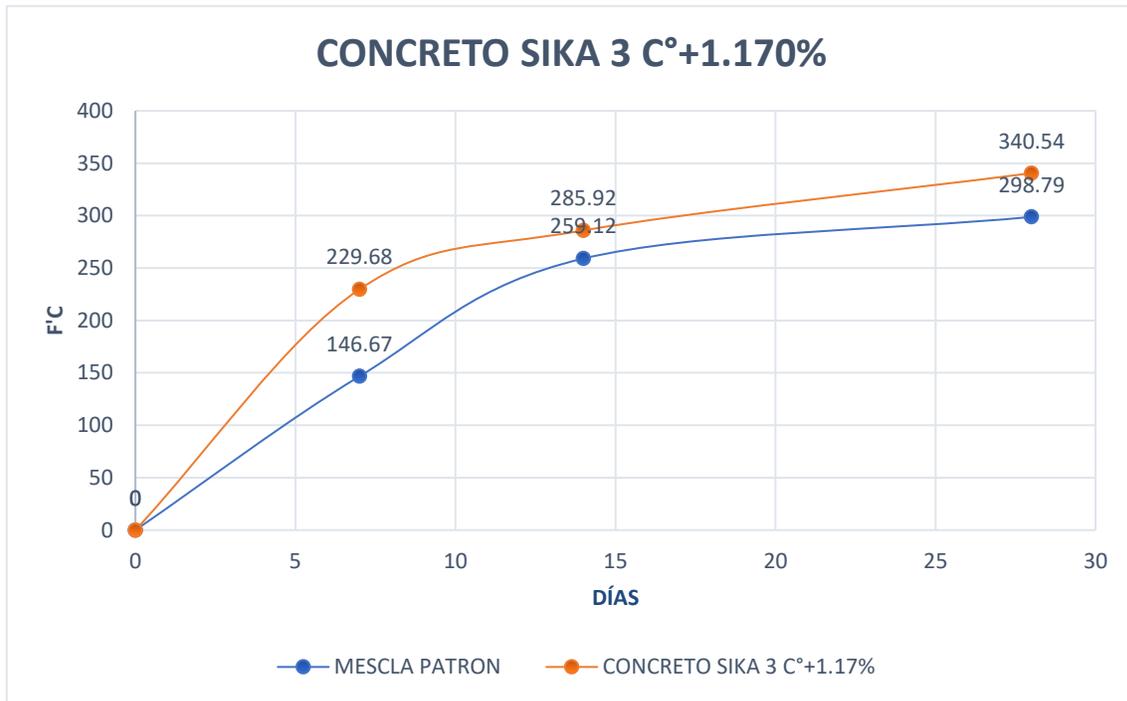
En la Tabla 15 se presenta el nivel de resistencia a la compresión de Sika 3 en 1.17% al concreto en el intervalo de tiempos realizado (7 – 28 días) o edad de ruptura.

**Tabla 15.** Resistencia a la compresión de sika en 1.17%

CONCRETO SIKA 3 C°+1.17%	EDAD DE RUPTURA	RESISTENCIA A LA COPRECION			PROMEDIO 3
		DE (A) EN KG/CM <sup>2</sup>	DE (B) EN KG/CM <sup>2</sup>	DE (C) EN KG/CM <sup>2</sup>	
	7	229.7	229.69	229.66	229.68
	14	286.1	285.87	285.8	285.92
CONCRETO	28	340.51	340.56	340.56	340.54

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**Figura 7.** Diagrama de resistencia a la compresión de sika en 1.17%



#### 4.2.7. Resistencia a la compresión de sika en 1.54%

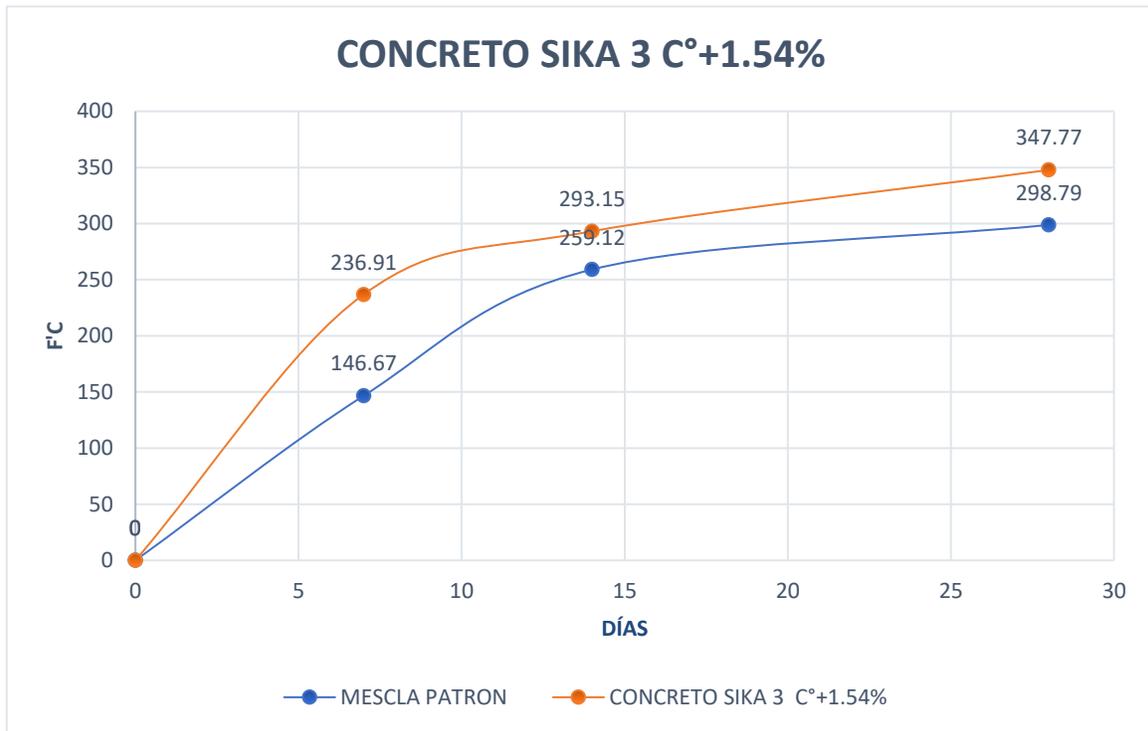
En la Tabla 16 se presenta el nivel de resistencia a la compresión de Sika 3 en 1.54 al concreto en el intervalo de tiempos realizado (7 – 28 días) o edad de ruptura.

**Tabla 16.** Resistencia a la compresión de sika en 1.54%

Concreto sika 3 c°+1.54%	Edad de ruptura	Resistencia a la copresion de (a) en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la copresion de (b) en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la copresion de (c) en kg/cm <sup>2</sup>	Promedio
	7	236.93	236.92	236.89	236.91
	14	293.33	293.1	293.03	293.15
CONCRETO	28	347.74	347.79	347.79	347.77

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

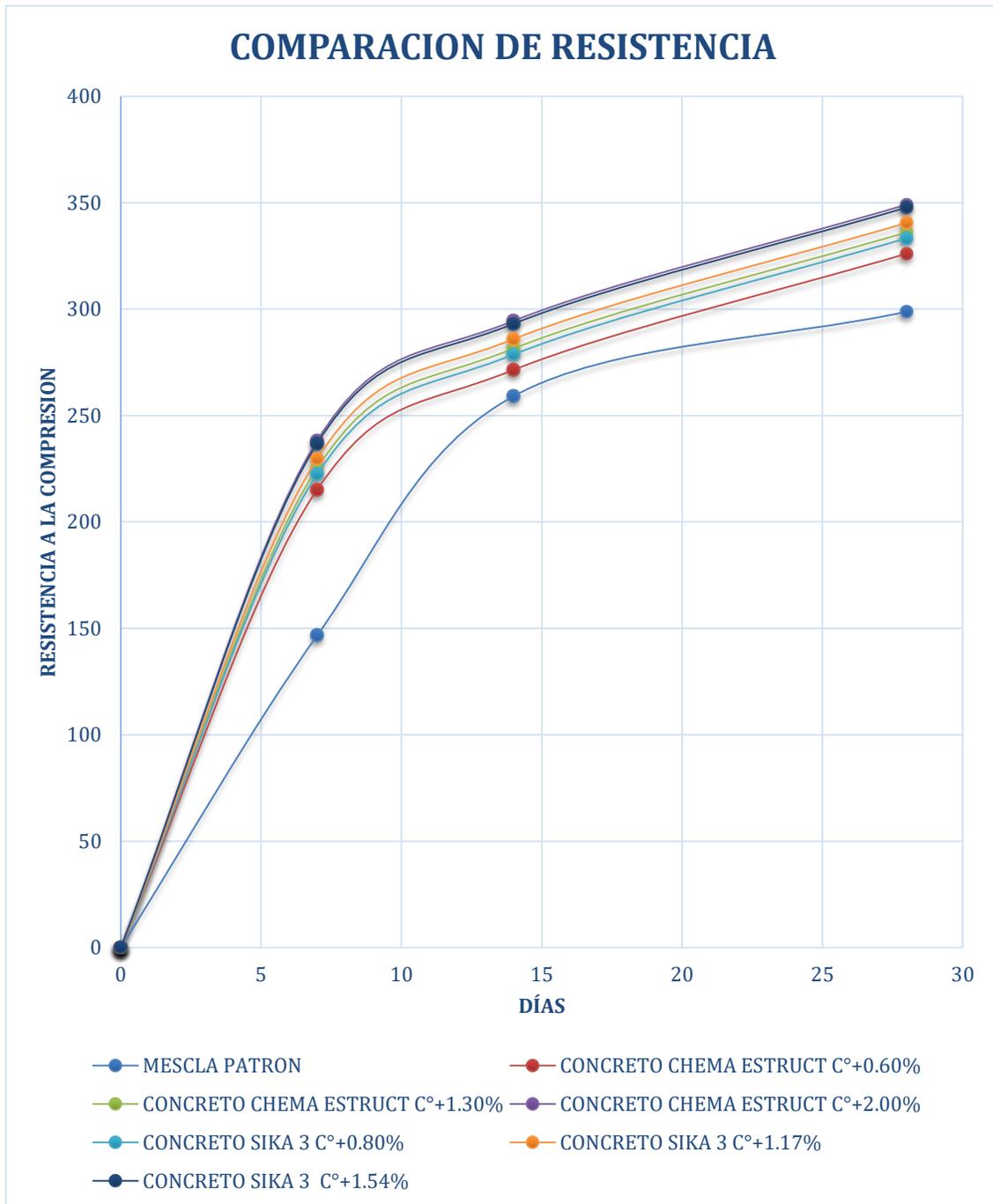
**Figura 8.** Diagrama de resistencia a la compresión de sika en 1.54%



#### **4.3. Comparación de resistencias con diferentes proporciones de aditivos**

En la Figura 9 se presenta la dispersión de resultados por cada ensayo realizado, evidenciando la comparación de resistencias en distintas proporciones de aditivos, tomando como punto de partida la muestra patrón y la resistencia a la compresión de Sika 3 y Chema Estruct en sus diferentes niveles porcentuales al concreto en el intervalo de tiempos realizado (7 – 28 días) o edad de ruptura.

**Figura 9.** Comparación de resistencias con diferentes proporciones de aditivos



**Objetivo específico 2.** Determinar el periodo de fraguado del concreto  $f'c=300\text{kg/cm}^2$

#### 4.4 Tiempo de fraguado

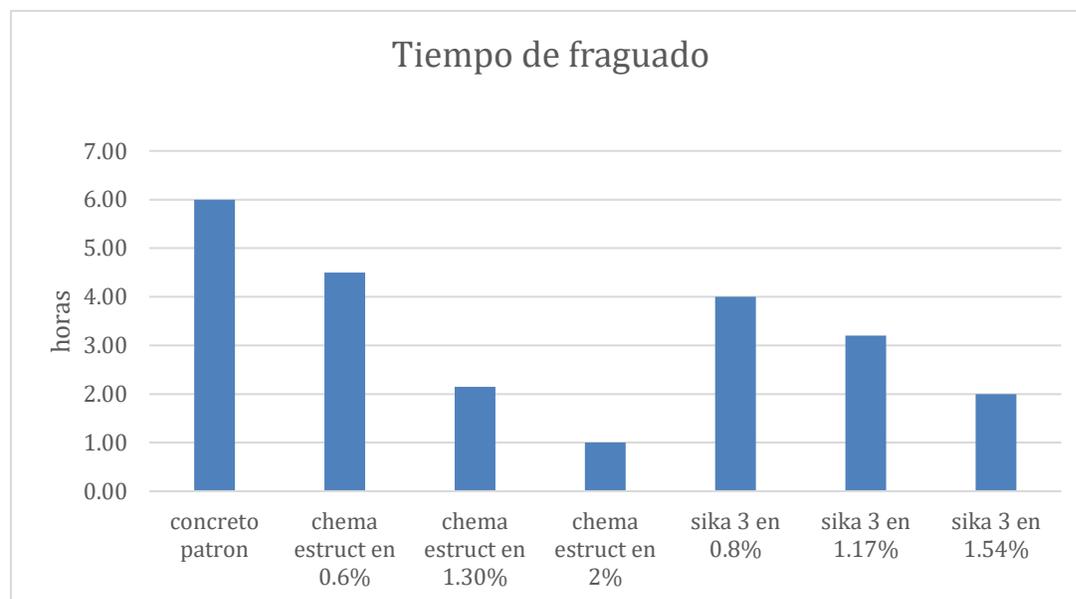
En la Tabla 17 y Figura 10 se presentan los resultados obtenidos tomando como eje el tiempo de fraguado del concreto con una temperatura homogénea de 22 °C, las horas de fraguado y la relación porcentual con cada tipo de mezcla Chema Estruct y Sika3, las cuales fueron trabajados a una temperatura ambiente.

**Tabla 17.** Tiempo de fraguado

Tiempo de fraguado del concreto						
Tipos de mezcla	temperatura °C	fraguado (h)	1 hora	2 horas	4 horas	6 horas
Concreto patrón	22	6.00	No	No	No	Si
Chema Estruct						
0.60%	22	4.50	No	No	Si	Si
1.30%	22	2.15	No	Si	Si	Si
2%	22	1.00	Si	Si	Si	Si
sika 3						
0.80%	22	4.00	No	No	Si	Si
1.17%	22	3.20	No	No	Si	Si
1.54%	22	2.00	No	Si	Si	Si

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

**Figura 10.** Frecuencia para poder visualizar mejor el tiempo de fraguado



**Objetivo específico 3.** Comparar la dureza del hormigón y el periodo de fraguado del hormigón  $f'c=300\text{kg/cm}^2$ , a diferentes dosificaciones de los aditivos Chema Estruct y Sika 3.

#### 4.5. Ensayo de hipótesis

En la Tabla 18 se presentan los resultados descriptivos e inferenciales de los ensayos, destacando que las 7 pruebas realizadas se encuentran sobre el patrón establecido de del concreto de  $234.86\text{ kg/cm}^2$ , evidenciándose que a mayor cantidad porcentual de nivel de resistencia a la compresión de Sika 3  $C^\circ+1.54\%$  mejora en un promedio de  $292.61\text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, en el caso de Concreto Chema Estruct  $C^\circ+2.00\%$  se llega a obtener un resultado de  $293.95\text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 18.** Ensayo de hipótesis

Resumen					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
CONCRETO PATRON	3	704.58	234.86	6226.53	
CONCRETO CHEMA					
ESTRUCT $C^\circ+0.60\%$	3	812.77	270.92	3072.70	
CONCRETO CHEMA					
ESTRUCT $C^\circ+1.30\%$	3	842.86	280.95	3071.76	
CONCRETO CHEMA					
ESTRUCT $C^\circ+2.00\%$	3	881.86	293.95	3071.76	
CONCRETO SIKA 3 $C^\circ+0.80\%$	3	834.46	278.15	3072.70	
CONCRETO SIKA 3 $C^\circ+1.17\%$	3	856.15	285.38	3072.70	
CONCRETO SIKA 3	3				
$C^\circ+1.54\%$	3	877.84	292.61	3072.70	

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

Hipótesis general. Evidenció que mediante la utilización del aditivo acelerante de fraguado Chema Estruct y Sika 3 se mejora la resistencia y se reduce el período de fragua del hormigón  $F'C=300\text{ kg/cm}^2$ , Trujillo, la Libertad.

De acuerdo a la prueba de Anova o de varianzas se determinó una probabilidad de  $0.90\%$  de cumplimiento en los ensayos efectuados, cumpliendo además con la NTP 339.034: 2015 estándar para determinar la resistencia a la

compresión del hormigón en probetas cilíndricas.

**Tabla 19. Análisis de varianza**

Análisis De Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7291.5	6	1215.2	0.34	0.90	2.84
Dentro de los grupos	49321.7	14	3522.9			
<b>Total</b>	<b>56613.3</b>	<b>20</b>				

Nota: Tomando de los ensayos realizados en INGEOMA SAC Trujillo (2023)

## V. DISCUSIÓN

En la comprobación de la hipótesis general, se evidenció que mediante la utilización del aditivo acelerante de fraguado Chema Estruct y Sika 3 se mejora la resistencia y se reduce el período de fragua del hormigón F'C=300 kg /cm<sup>2</sup>, Trujillo, la Libertad. Para validar la hipótesis, se trabajó con el método estadístico ANOVA y la toma de varianzas con el propósito de demostrar que los aditivos sí influyen en las resistencias físicas, lo que confirmó que sí existe influencia positiva en los componentes de la mezcla. Los resultados de acuerdo a la prueba de Anova o de varianzas se determinó una probabilidad de 0.90% de cumplimiento en los ensayos efectuados, cumpliendo además con la NTP 339.034: 2015 estándar para determinar la resistencia a la compresión del hormigón en probetas cilíndricas.

Para el diseño de mezcla para determinar la dureza del hormigón F'C=300kg/cm<sup>2</sup>. En efecto, se utilizó la resistencia a la compresión de mezcla patrón, en 7 días (146.67 F'C (kg/cm<sup>2</sup>), en 4 días (259.12; kg/cm<sup>2</sup>), en 21 días (286.37 kg/cm<sup>2</sup>), y; en 28 días (298.79 kg/cm<sup>2</sup>). Los resultados concordaron con el estudio de Al-Manasir et al., (2023), donde se concluyó que el uso prolongado de cemento mezclado y el menor calentamiento del hormigón fresco reducirán, desde una perspectiva medioambiental, el consumo de energía y la huella de carbono de la industria, desde una perspectiva económica. De igual forma Huamaní y Solon (2019), confirmó el porcentaje óptimo del aditivo acelerador analizado, agregar 1.5% de Sika1 Rapid® en climas cálidos reduce el tiempo de fraguado en un 30% sin afectar la resistencia a la compresión; mientras que Sika Rapid® 1 Z Fragua # 5 2.5% permitirá reducir el tiempo de curado en un 38% en climas cálidos sin afectar la resistencia a la compresión.

En relación a la Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 0.6%, el promedio de 336.11 kg/cm<sup>2</sup>; en cuanto a la resistencia a la compresión de Chema Estruct en 1.30% en 28 días se alcanza un nivel de resistencia de 336.11 kg/cm<sup>2</sup>; en el caso de la Resistencia a la compresión de Chema Estruct en 2.00%; se logra a 28 días 349.11 kg/cm<sup>2</sup>. En relación a la Resistencia a la compresión de sika en 0.80%, 333.31 kg/cm<sup>2</sup>; en cuanto a la Resistencia a la compresión de sika en 1.17% a 28

días se alcanzó un nivel de resistencia de 340.54 kg/cm<sup>2</sup>; en cuanto a la resistencia a la compresión de sika en 1.54%, se logró llegar a 347.77 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados han sido concordantes de la siguiente manera: Mezcla adicionando aditivo, utilizando Chema Estruct en un 0,6% se controló para conseguir una dureza de 215,22 kg/cm<sup>2</sup> en el día 7 mientras que dentro del examen de Baca y Boy (2015) recibieron una resistencia de 209,31kg/cm<sup>2</sup>, por lo que ahora no coincidimos porque la distinción es de 14 kg/cm<sup>2</sup>, con la proporción de 3% de Chema Estruct también no se está de acuerdo por la razón de que la resistencia recibida es de 225,27 kg/cm<sup>2</sup>, lo que se sugiere que es mejor que el 0,06%, comparando también con el 2% de Chema Estruct se llegó a una dureza de 238. 27 kg/cm<sup>2</sup> siendo considerablemente más avanzado ya que resiste en un 20 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente, evaluando con la disposición de mezcla el uso del sika 3 en una proporción de 8% podemos ver que alcanzó una resistencia de 222 kg/cm<sup>2</sup>. Cuarenta y cinco kg/cm<sup>2</sup> en el día 7 similar a la resistencia con el Chema Estruct en 1.30%, en cuanto a Sika3 en una dosificación de 1.17% ejecutó una resistencia de 229 kg/cm<sup>2</sup>, y se adelanta a la de mucho menos porcentaje de sika 3, esto se comparó el agregado con Sika3 en un 1,54% y se observó a que se logró una dureza de 236,91 kg/cm<sup>2</sup> es igual a la dureza del Chema Estruct en un porcentaje de 2% mientras que con los otros es muchas toneladas por encima.

Utilizando Chema Estruct en un porcentaje del 0,6% se alcanzó una dureza de 271,46 kg/cm<sup>2</sup> a 14 días, aunque con la dosificación de 3% de Chema Estruct tampoco se está de acuerdo porque la resistencia recibida es de 281,48 kg/cm<sup>2</sup>, lo que nos muestra que está adelantada a la del 0,06%, comparando también con el del 2% de Chema Estruct se alcanzó una resistencia de 294.48 kg/cm<sup>2</sup> que es toneladas más superiores ya que resiste en un 10 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente, evaluando con el diseño de mezcla el uso del sika 3 en un porcentaje de cero. 8% podemos ver que alcanzó una dureza de 278.69 kg/cm<sup>2</sup> a los días 14 al igual que la dureza con Chema estructurada en 1.30%, la sika en una dosificación de 17% realizó una resistencia de 285 kg/cm<sup>2</sup>, que está por encima a la de menos porcentaje de sika tres, esto compramos el agregado con sika tres en un 1.54 % y examinaremos

que logra una dureza de 293.15 kg/cm<sup>2</sup> que es muy parecida a la dureza de Chema Estruct en un porcentaje de 2% mientras que con los otros es muy superior.

Utilizando Chema Estruct en una proporción del 0,6% se obtuvo una dureza de 326,08 kg/cm<sup>2</sup> en el día 28 al mismo tiempo que con la proporción del 1,3% de Chema Estruct no se concuerda tanto por la razón de que la resistencia adquirida es de 336,11 kg/cm<sup>2</sup>, lo que nos muestra que se adelanta a la del 0,06%, comparando adicionalmente con la del 2% de Chema Estruct se alcanzó una dureza de 349.11 kg/cm<sup>2</sup>; por lo tanto, es demasiado más avanzada ya que resiste en 10 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente, evaluando con la disposición de combinación el uso del sika 3 en un porcentaje de 0.8% podemos ver que alcanzó una dureza de 333,31 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días al igual que la resistencia con el Chema dependiente en 1,30%, el Sika en un diseño de 1,17% ejecutó un soporte de 340. 54 kg/cm<sup>2</sup> que es mayor a la de menos por ciento de sika tres, este ofrecimos el agregado con sika 3 en un 1.54% y se pudo observar que se alcanzó una resistencia de 347.77 kg/cm<sup>2</sup> que es igual al soporte del Chema estructurado en un porcentaje de 2% aunque con los otros es mucho mejor.

En relación al objetivo específico 2, determinar el periodo de fraguado del concreto F'C=300kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados evidenciaron que se reduce considerablemente la cantidad de horas en cada tipo de mezclas. En cuanto al tiempo de colocación; el tiempo de endurecimiento de la combinación estándar es de 6 horas y comparando con el estudio de Javier (2019) estamos de acuerdo porque su tiempo de colocación comenzó en 4 horas y llegó a 6 horas porque las localizaciones han estado a idéntica temperatura ambiente. Los resultados son concordantes con el estudio de Lee et al., (2020), los efectos de los aditivos y aceleradores en el desarrollo de la resistencia del hormigón fueron positivos para desarrollar una resistencia de 5 MPa, incluso cuando se aumentó el contenido de cemento.

El periodo de endurecimiento del hormigón aditivos Chema establecida en 0,60% es de cuatro horas y evaluando con sika 3 en una dosificación de 0,80% diremos que estamos de acuerdo por la razón de que ambos adquirieron el mismo tiempo de puesta.

Su tiempo de endurecimiento del concreto de aditivos establecida en Chema al 1,30% es de dos horas y evaluando con sika 3 en una dosificación del 1,54% podemos decir que estamos de acuerdo por la razón de que ambos obtuvieron el mismo tiempo de fraguado.

El tiempo de colocación de la mezcla aditiva establecida por Chema al 2% es de 1 hora y comparando con las dosificaciones de Chema establecida y sika 3 no aceptamos como cierto con ambas ya que el tiempo de colocación es de 1 hora. Su tiempo de endurecimiento del concreto de aditivo sika tres al 0.8% es de cuatro horas y comparando con la mirada de Javier (2019) con un porcentaje del 0,7% su tiempo de colocación pasó a ser de cinco horas aunque las dosificaciones no son iguales sin embargo en cuanto al tiempo de colocación con la dosificación se podría afirmar que si coincidimos dentro del resultado, con su dosificación del 0.8% de aditivo obtuvo cuatro horas de tiempo de colocación, en consecuencia coincidimos dentro de la dosificación y el tiempo de colocación.

Su tiempo de endurecimiento del concreto de aditivo sika 3 en un 1,17% es de 4 horas y evaluando con la toma de vista de Javier (2019) con un porcentaje del 1% vemos que coincidimos dentro del tiempo de fraguado considerando que ambos obtuvimos un tiempo de 4 horas, pero en la dosificación no coincidimos.

En relación al objetivo específico 3, comparar la dureza del hormigón y el periodo de fraguado del hormigón  $F'C=300\text{kg/cm}^2$ , a diferentes dosificaciones de los aditivos Chema Estruct y Sika 3, los resultados destacan que las siete pruebas realizadas se encuentran sobre el patrón establecido de del concreto de  $234.86\text{ kg/cm}^2$ , evidenciándose que a mayor cantidad porcentual de nivel de resistencia a la compresión de Sika 3  $C^{\circ}+1.54\%$  mejora en un promedio de  $292.61\text{ kg/cm}^2$ . Asimismo, en el caso de Concreto Chema Estruct  $C^{\circ}+ 2.00\%$  se llega a obtener un resultado de  $293.95\text{ kg/cm}^2$ . Los resultados son concordantes con el estudio de Solís et al., (2022) donde se mostraron que el acelerador sin cloruro fue menos efectivo que el basado en cloruro de calcio y que sin dosis del acelerador se logró la efectividad documentada por los fabricantes.

De acuerdo a la disposición de ruptura del hormigón, se logró en los días 7, 14 y 28, donde se coincidió con investigaciones realizadas por Baca y Boy (2015), aunque de sus estudios abarcó un día mayor para la ruptura para tener mayor exactitud en la investigación de la curva de efecto y energía de compresión, con Villanueva (2014) se consideró los tiempos de ruptura de las probetas en todos los días ya que no se seleccionó para detallar mucho el efecto de la carretera; y, Zegarra y Zegarra (2016) y el estudio de Javier (2019) también se consideró respecto a los días de ruptura del hormigón considerando que son los días de ruptura más comunes dentro de los laboratorios debido a que la intención era confirmar en cuántos días la mezcla estándar y la mezcla con aditivos podrían alcanzar su mayor resistencia.

En la dosificación de la mezcla preferida se consideró una dosificación de cemento de 30,75 kg que coincidió con el estudio de Huarca (2014), dado que él planteó una dosificación de cemento de 30,7 kg, aunque es genuino no es idéntico, pero sí comparable. Con la investigación de Villanueva (2014) no se coincidió ya que dentro de la disposición de la mezcla él consideró una dosificación de cuarenta y seis,86 kg de cemento, que es mejor que la del estudio.

Con respecto a la mezcla gruesa se consideró 75,01 kg al mismo tiempo que Huarca (2014) es el uso de la tela del huso 57 en una cantidad de 81,88 kg por lo que ya no se coincidió, aunque la diferencia es de cinco (61 kg), para proporciones extra que ya es sustancial. Con Villanueva (2014), tampoco se coincidió debido a que su agregado es de 89,76 debido a que la distinción es de 13,49 kg lo que ya es extra sustancial.

En cuanto a la combinación de primera clase en realidad se ha considerado una proporción de setenta y seis. (27 kg), esta dosificación se convierte gracias al pasado histórico que tenía el mejor peso idéntico de cemento y la dureza a la compresión deseada y basada totalmente en los requisitos de hormigón, Huarca (2014) consideró una proporción de 27kg. Cuarenta y cuatro kg que es demasiado bajo en comparación con la dosificación del estudio; por lo tanto, no se coincidió con apreciar a la cuota de gran mezcla, con respecto a Villanueva (2014) en su

investigación se pensó en una dosificación con reconocer a la gran mezcla de 89,76 kg, siendo más alto que el del estudio; por lo tanto, ahora no se coincidió con respecto a la dosificación.

El agua es uno de los factores muy esenciales en el diseño de la mezcla, en vista de que dentro del hormigón de moda fue de 15,37 litros, sin embargo, se bajó de acuerdo con la proporción de aditivo en el uso de ambos Chema Estruct o sika 3, en el caso de Chema Estruct en 0,6 el agua se consideró en 15,25 litros por la razón de que el resto se convirtió en introducido el aditivo, en un porcentaje de Chema Estruct de 1,30 % se tuvo en cuenta un completo de 12,8 litros y para una dosificación de Chema Estruct de 2% de un completo de 12,80 litros para que el hormigón no surja como demasiado negativo, en el caso de sika 3 en cero,6% el agua la recuerdo en 15,25 litros por la razón de que el cierre se convirtió en añadido el aditivo.

Ocho litros y para una dosificación de Chema Estruct del 2% se consideró un total de 12,8 litros para que la masa no resulte ahora demasiado negativa y el hormigón pierda su resistencia, en el caso de sika tres en 0,8% la dosificación de agua es de 13. 79 litros, la dosificación podría ser muy similar a la de la estructura de Chema teniendo en cuenta que se resta la parte que se añadió de aditivo, en sika 3 en 1,17% el agua es de 1,06 litros y en un porcentaje de sika tres en 1,54 % el agua es de 12,33 litros.

Comparando la dosificación del estudio con la de Huar cay (2014) no se coincidió ya que Huar cay planteó una dosificación de 24,6 litros que es una cantidad excesiva en comparación con la dosificación de H<sub>2</sub>O y además la cantidad de H<sub>2</sub>O ya no baja con aprecio a su porcentaje de aditivo, ya que se subió a la combinación en paso con la indicación de la receta del envase, debido a que su objetivo se convirtió en sólo evaluar la conducta de este aditivo en su conjunto.

En cuanto a la evaluación del estudio, Villanueva (2014), coincide con Huar cay en que su dosificación de agua no disminuyó ni creció por el uso del aditivo, por lo que no se confió en ninguno de los dos, ya que el del estudio es diferente con el fin de evitar que el hormigón pierda sus propiedades por el exceso de agua.

Poder de compresión. En los efectos adquiridos, el resultado final a compresión en el día 7 llegó a ser que el mismo concreto viejo recibió una dureza de 146.67 kg/cm<sup>2</sup>, pero Baca y Boy (2015) lograron una dureza de 146 kg/cm<sup>2</sup> igual al examen por lo que se aceptó como válido, aunque con Villanueva (2014) no se concuerda porque no se diseñó una combinación popular, se diseñó un agregado con aditivo en uno de los porcentajes.

Con el reconocimiento al estudio de Zegarra y Zegarra (2016), adicionalmente no se coincide porque en su trazado no olvidó una mezcla estándar, diseñó una mezcla con aditivos en proporciones específicas, con la tesis de Javier (2019), se coincidió en diseñar una mezcla innovadora para adquirir la diferencia exacta de un concreto con aditivo y sin aditivo; sin embargo, los tiempos de ruptura de sus probetas fueron en el día 1, 3, 7 y 28, en el día 1 obteniendo una dureza a compresión de 129 kg/cm<sup>2</sup> muy buena aceleración de primer orden de su combinación, en el día 3 se adquirió una energía de 245 kg/cm<sup>2</sup> se mantuvo a la alza apresuradamente y de manera adelantada a la disposición de la combinación que diseño, en el día 7 de la probeta se rompió adquiriendo una electricidad a compresión de 365 kg/cm<sup>2</sup> en una dosificación de D. S.R a/c 0.40, ya no se coincidió con ninguna de sus roturas de espécimen, dentro de la relación de D.S.R a/c 0.45, en el día 1 recibió una energía de compresión de ciento quince kg/cm<sup>2</sup> excelente aceleración de primera clase de su combinación, en el día 3 adquirió una potencia de 224 kg/cm<sup>2</sup> sigue subiendo rápidamente y muy avanzada a la disposición de la mezcla que diseñé, en el día 7 de rompió el espécimen donde se tiene la dureza a tracción de 288 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que ya no coincido en ningún resultado con Javier (2019), si se tiene en cuenta que sus días de ruptura son especiales y la capacidad portante de su hormigón es bastante superior a mi disposición.

En el día 14 se convirtió en la segunda ruptura de las probetas para evaluar su electricidad a compresión la cual se adquirió una dureza de 259.12 kg/cm<sup>2</sup>, comparando a los estudios de Baca y Boy (2015), ya no se coincidió porque sus días de ruptura ahora no fueron hasta los catorce días si no que la observación que

realizó fue más efectiva hasta los días 6 y no recordó su agregado estándar en consecuencia ya no coincidimos en ningún cálculo ni diseño de mezcla.

No se aceptó como válido el estudio de Villanueva (2014), debido a que no diseñó una mezcla general, sino una mezcla con componentes en posibilidades excepcionales. Con respecto al estudio de Zegarra y Zegarra (2016), no se coincide, ya que en su trazado no se tuvieron en cuenta una mezcla de moda, se diseñaron una combinación con componentes en proporciones específicas.

Con respecto a la tesis de Javier (2019), se coincide en diseñar una mezcla preferente para que pueda prosperar la distinción precisa de un hormigón con aditivo y sin aditivo, comparando la resistencia adquirida en el día 14 no estamos de acuerdo considerando que en su trazado de roturas ya no tuvo en cuenta la rotura de su probeta en ese día, por lo tanto, ya no estamos de acuerdo en el día de rotura de la probeta y con la resistencia no podemos evaluar porque no se puede visualizar.

Comparando la electricidad de compresión en el día 28, la ruptura de especímenes de verificación confirmó que la resistencia alcanzó la resistencia de  $300 \text{ kg/cm}^2$ , pero es comparable ya que la distinción es de  $1.21 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no siempre es de gran tamaño en vista de que la causa principal es evaluar la diferencia en el potencial de soporte de una mezcla generalizada con una mezcla con componentes, con el estudio de Baca y Boy (2015), no se concuerda por la razón de que sus días de ruptura ya no han sido hasta los catorce días, sin embargo, el examen fue más efectivo hasta los días 6. Con el estudio de Javier (2019), se coincide en el día de rotura de las probetas, pero no en la capacidad portante porque su estudio hizo una dureza a la tracción de  $467 \text{ kg/cm}^2$  por encima de mi ensayo, por lo tanto, coincidimos en la dureza a la compresión.

En síntesis, la hipótesis general evidenció que mediante el uso del aditivo acelerante de fraguado Chema Estruct y Sika 3 tiene influencia significativa en el comportamiento del concreto  $F'C=300 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo La Libertad. Los resultados de acuerdo a la prueba de Anova o de varianzas se determinó una probabilidad de 0.90% de cumplimiento en los ensayos efectuados, cumpliendo además con la NTP 339.034: 2015 estándar para determinar la resistencia a la compresión del hormigón

en probetas cilíndricas. Los resultados son concordantes con el estudio de Saca (2023), que la resistencia a la compresión de  $\frac{1}{2}$ " es de 300,44 kg/cm<sup>2</sup> y el tiempo de fraguado se reduzo en 33 minutos respecto al hormigón estándar, por lo que se observó una reducción en el tiempo de fraguado final. Asimismo, Juárez (2022) entre los aditivos aceleradores estudiados la mejor mezcla se obtuvo con 1% de aditivo acelerador SikaCem® PE para resistencia del concreto F'C (teórica) 210 kg/cm<sup>2</sup>, para resistencia del concreto F'C (teórica) 280 kg/cm<sup>2</sup>, la mejor mezcla se obtuvo usando el aditivo Z Fragua #5 a 1,25 litros/bohr. Además, también se tuvieron en cuenta factores económicos para determinar las proporciones de mezcla óptimas para cada grado de hormigón. Apac y Rojas (2021), concluyó que el uso de aditivos aceleradores en porcentajes óptimos puede aumentar y mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Gómez et al., (2019) afirma que el aditivo acelerador de mayor efecto presenta mejoras de la resistencia inicial del hormigón del aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, además al evaluar los beneficios se demostró que es el más económico. También, Castellón y De La Ossa (2019), mostró que los aditivos emplazaron un efecto sobre la preparación y resistencia de la mezcla a la edad de 28 días.

Por otro lado, contrastando con la Norma Técnica Peruana 339.034, se determinó la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndricas y la extracción de concreto diamantado. Sólo para el hormigón cuya masa unitaria sea superior a 800 kg/m<sup>3</sup>.

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó el efecto del uso del aditivo acelerador de fraguado Chema Estruct y Sika3 en el comportamiento del concreto  $F'C=300 \text{ kg/cm}^2$ , en compresión y tiempo de fraguado. Por lo tanto, se han elaborado tres diseños de mezclas estándar, los cuales obtuvieron de manera muy ajustada la potencia deseada, sin embargo, las pinturas se convirtieron en persistentes por la razón de que el objetivo determinó si los componentes tienen efecto en la electricidad y el tiempo de fraguado, lo cual es preciso en razón de que en ambos casos los efectos fueron satisfactorios.

Se diseñó la mezcla para la determinación de la dureza del hormigón  $F'C=300\text{kg/cm}^2$ , la mezcla se diseñó con el aditivo Chema establecido en niveles porcentuales de 0,60%, 1,30% y un 2% con respecto a la carga, por lo que en la electricidad de compresión los efectos han sido favorables debido a que amplió la resistencia y además con control del tiempo de colocación, por la razón de que extra aditivo se añadió a la mezcla más corto sería el tiempo de colocación.

Se determinó el periodo de fraguado del concreto  $F'C=300\text{kg/cm}^2$ . Una mezcla se diseñó con el aditivo sika 3 dentro de los porcentajes de 0,80%, 1,17% y 1,54% con relación al peso para el que dentro de la resistencia a la compresión los efectos habían sido favorables por la razón de que elevaron el fin de resistencia y con el control al tiempo de colocación, además, por la razón de que el extra aditivo se insertó a la combinación, el más corto el tiempo de colocación.

Se comparó la dureza del hormigón y el periodo de fraguado del hormigón  $F'C=300\text{kg/cm}^2$ , a diferentes dosificaciones de los aditivos Chema Estruct y Sika 3, determinándose que los aditivos influyen en el poder de compresión de una mezcla y además mejoran el tiempo de puesta, dependiendo de la parte que se maneje.

## VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere a las empresas constructoras realizar una dosificación especial de sustancias diferente a la de propuesta, de tal manera que se continúe mejorando para lograr resistencias superiores al patrón sugerido.

Se recomienda los ingenieros civiles aplicar el aditivo a base de Chema Estruct en las proporciones que se diseñaron en este estudio, ya que se logró un resultado final muy bueno, mejorando la energía de compresión. Si se realizan más estudios relacionados con estos aditivos, serían con una dosis mayor, ya que con una mayor cantidad de aditivo el hormigón mejora sus propiedades corporales.

Se sugiere a los constructores utilizar el aditivo Sika 3 dentro de las proporciones en que se diseñó estos ensayos, considerando que arrojó un resultado final muy bueno, mejorando la excepcionalidad y el poder de compresión, si se logran más estudios asociados sobre estos componentes, serían con una mayor dosificación, por la razón que en una mejor cantidad de aditivo el hormigón mejora sus propiedades corporales. Además se recomienda utilizar el aditivo estructurado Chema dentro de las proporciones que se diseñaron en este examen, considerando que arrojó un resultado positivo, mejorando la primera velocidad y el tiempo de fraguado, si se realizan más estudios relacionados con estos componentes, podrían ser con una mayor dosificación, considerando el hecho de que con una mayor cantidad de aditivo el hormigón mejora sus residencias corporales.

Se recomienda a los maestros de obra aplicar el aditivo Sika3 dentro de las proporciones que se diseñó este estudio, ya que nos arrojó un resultado final positivo, mejorando el tiempo de colocación. Si se logran estudios similares relacionados con estos componentes, serían con una mayor dosificación, ya que con una mayor cantidad de aditivo el hormigón mejora sus caracterizas físicas.

## REFERENCIAS

- Ascue, K. (2019). *Determinación de porcentajes e influencia de aditivos no convencionales: sacarosa tipo rubia y anilina en el proceso de fraguado y resistencia del concreto*. Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Al-Manasir, N., Juvik, D., & Rauseo, R. (2023). Hardening accelerator based on new chemicals, efficient at low temperature in blended cement. *SINTEF*, 2(4), 23-45. <https://www.sintef.no/en/publications/publication/1285207/>
- Apac, J., & Rojas, V. (2021). Aditivos acelerantes para mejorar las propiedades físico-mecánicas del hormigón en climas de bajas temperaturas. *URP*, 134. [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4932/T030\\_70484182\\_T%20%20%20ROJAS%20HUAMAN%C3%8D%20VICTOR%20DANIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4932/T030_70484182_T%20%20%20ROJAS%20HUAMAN%C3%8D%20VICTOR%20DANIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Baca Pinelo, J. F., & Boy Sánchez, J. R. (2015). *Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado. tesis investigación (ingeniería de materiales)*. Trujillo, La Libertad-Perú: Universidad Nacional de Trujillo (2015).
- Boy J., & Baca, J. (2015). *Influencia del porcentaje y tipo de acelerante sobre resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Bustamante, I. (2019). Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú. *Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú*, 26.
- Camacho, M. (2017). *Análisis de las características mecánicas del concreto convencional usando agregado global del río bado Huamachuco la Libertad y aditivo CHEMA 3*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Campos, K., & Martinez, M. (2019). *Influencia del aditivo Sikacem plastificante en polvo sobre la consistencia y resistencia del concreto para cimentaciones*. Jaen: Universidad Nacional de Jaen. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/233>

- Castellón, H., & De La Ossa, K. (2019). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes*. Cartagena: Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias.
- Céspedes, M. (2019). Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido. *Tesis para optar el título de Licenciado en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería*.
- De La Puente Quiñones, J. C. (2018). *Estudio comparativo del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con cemento tipo i-v en la ciudad de Chiclayo*. Ingeniería civil. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo 2018.
- Floriano, A. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto, utilizando aditivo acelerante Z fragua N°5, cemento portland compuesto tipo ICO y agregados de cantera de la ciudad de Trujillo*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Gómez, V., Saldaña, Q., & Hilmer, J. (2019). Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto  $f_c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(3). <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/599>
- Hernández - Sampieri, R., & Mendoza, P. (2018). *Metodología de investigación*. México: McGraw-Hill.
- Huaman, D. (2019). Influencia del porcentaje de agregado fino y módulo de finura sobre la resistencia a la compresión y absorción en morteros para la construcción. *Universidad Nacional de Trujillo*, 145.
- Huarcaya, I. (2014). *Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo poli funcional SIKAMENT 2990N y aditivo súper plastificante de alto desempeño Sika Viscoflow 20E*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Juárez, O. (2022). Influencia del uso de aditivos acelerantes en la resistencia temprana del concreto, Piura - 2021. *Universidad Nacional De Piura*, 202. <https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d4ee3256-39ef-4eb9-91a3-e07b9180ad4a/content>
- Lee, T., Lee, J., & Kim, Y. (2020). Effects of admixtures and accelerators on the

- development of concrete strength for horizontal form removal upon curing at 10 °C. *Construction and Building Materials*, 237(20), 117-652. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117652>
- Legal, R. (2019). *Hormigonado en tiempo frio*. Universidad Austral de Chile, Santiago de Chile.
- Leon, M. (2018). *Efectos del Plastiment HE-98 en la resistencia a la compresión del concreto estructural*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Limon, J. (2016). *estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad*. informe de tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Autónoma de México, de Ingeniería Civil, México.
- Machaca, L. (2019). *Análisis del comportamiento del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de aditivo súper plastificante para modificar las características del diseño*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Mayanga, A. (2018). *Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikaplast-326 en estructuras especiales*. Lambayeque: Universidad Señor de Sipán. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/5873?show=full>
- Mengo Delgado, J. C. (2019). *Evaluación del efecto retardante del aditivo sika retarder pe y azúcar blanca, en elemento columna para un concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , en Lima 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Ingeniería Civil. Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo 2019.
- Mogrovejo Alvares, M. R., & Cachay Rivera, S. J. (2019). *Influencia del aditivo sika® viscocrete® - 40 he con relaciones a/c menores a 0.50, en su tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, para una rápida puesta en servicio Trujillo 2019*.
- Norma Técnica Peruana. (NTP 334.048). (2021). CEMENTOS. Determinación de contenido de aire en morteros de cemento hidráulico. INDECOPI.
- Orellana, D., & Sánchez, M. (2016). Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la Investigación Cualitativa. *Revista de Investigación*

*Educativa*, 24(1), 205-222.

- Ponce Córdova, E. S. (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*. Universidad andina del Cuzco, Ingeniería Civil.
- Ponce Ibáñez, C. (2017). *Efectos de los aditivos acelerantes de fraguado en el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con cemento tipo I en estado fresco y endurecido, Trabajo de investigación*. Trujillo, La Libertad: Universidad Cesar Vallejo.
- 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. <http://respositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/724>
- RNE, M. D. (2016). *reglamento nacional de edificaciones*. lima: megabyte.
- Rodríguez Villacís, S. I. (2016). *Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante*. Universidad Técnica de Ambato Ecuador.
- Saca, K. (2023). Influencia del aditivo Sika acelerante de fragua y el tamaño máximo nominal del agregado grueso en el concreto con resistencia diseño f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> en sus propiedades físicas y mecánicas con fines de cimentación. *UPN*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33105>
- Sánchez, F., & Tapia, R. (2015). *Relacion de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Serdar, N., & Bölten, K. (2021). Mediation as a Charming Dispute Resolution Mechanism. *Wolters Kluwer Law & Business*, 83-92.
- Solís, R., Hay, D., & Zaragoza, J. (2022). Effect of Accelerant Additives in Concrete with Limestone Aggregate in Warm Weather. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 10(22), 140-154. Obtenido de [https://www.scirp.org/pdf/jbcpr\\_2022122915125189.pdf](https://www.scirp.org/pdf/jbcpr_2022122915125189.pdf)
- Solís, R., Terán, L., & Moreno, E. (2019). Use of Normal-Density High-Absorption

Limestone Aggregate as Internal Curing Agent in Concrete. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 42(2), 827-833.  
<https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cjce-2014-0109>

Suares, M. (2019). *Mediación. Conducción de disputas, comunicación y técnicas*. Buenos Aires: Paidós.

Tapia Parada, F. J. (2015). *Vulnerabilidad de los hormigones masivos frente al fenómeno expansivo, en función del contenido de puzolana en cementos nacionales*. Santiago: Universidad de Chile.

Villanueva Sánchez, G. A. (2014). *Influencia del aditivo ·supe plastificante reductor de agua en las características del concreto de alta resistencia*. universidad nacional de Cajamarca.  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/521>

Zegarra y Zegarra. (2016). *Estudio del nivel de efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca Sika-3 y Chema-5 en concretos aplicables a zonas alto andinas de la región Lambayeque*. Lambayeque: Universidad Señor de Sipan.

ANEXOS

**ANEXO 1.**

**Anexo 1. Matriz de consistencia**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>
¿Cuál es el efecto de los aditivos aceleradores de fragua, Chema Estruct y Sika3 en el comportamiento de hormigón f'c=300 kg/cm <sup>2</sup> , Trujillo, La Libertad?	Determinar el efecto que tiene el aditivo acelerador de fraguado Chema Estruct y Sika3 en la reacción del hormigón F'C=300 kg/cm <sup>2</sup> en compresión y tiempo de fraguado, Trujillo, La Libertad.	Comprobar que mediante la utilización del aditivo acelerante de fraguado Chema Estruct y Sika 3 se mejora la resistencia y se reduce el período de fragua del hormigón f'c=300 kg /cm <sup>2</sup> , Trujillo, la Libertad.
	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	
	Objetivo Específico 1 Diseñar la mezcla para determinar la dureza del hormigón f'c=300kg/cm <sup>2</sup> .	
	Objetivo Específico 2 Determinar el periodo de fraguado del concreto f'c=300kg/cm <sup>2</sup> .	
	Objetivo específico 3. Comparar la dureza del hormigón y el periodo de fraguado del hormigón f'c=300kg/cm <sup>2</sup> , a diferentes dosificaciones de los aditivos Chema Estruct y Sika 3.	

## ANEXO 2. Fotos



*Se observa el concreto fresco*



*Colocación de la mezcla en los moldes (briquetas)*



## GALERIA DE FOTOS DE LOS ENSAYOS









### ANEXO 3. Ensayos

**COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO F'c 300 KG/CM2 UTILIZANDO ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA CHEMA ESTRUCT Y SIKA 3, TRUJILLO – LA LIBERTAD**

#### Resistencia de Muestras de Concreto NTP 339.034

SOLICITANTE : CABALLERO GAVIDIA, JESÚS REYNER

Nº de Probeta	Tipo de estructura	Tipo de concreto	Fecha				7 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	14 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	28 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	
			Concretado	7 días	14 días	28 días	Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		
001	DISEÑO F'c= 300 Kg/cm2 PATRÓN	300	22/05/2020	29/05/2020			251.98	145.50	48.50%	146.67									
002							256.35	148.02	49.34%										
003							253.72	146.50	48.83%										
004		300	22/05/2020		5/06/2020							449.38	259.48	86.49%	259.12				
005								446.90	258.05	86.02%									
006								450.02	259.85	86.62%									
007		300	22/05/2020			19/06/2020										515.47	297.64	99.21%	298.79
008														517.12		298.59	99.53%		
009																519.78	300.13	100.04%	

Nota

- 1.- X = Falta Rotura de Briquetas      Área de probeta = 176.72 cm<sup>2</sup>  
 EL MOLDEADO Y CURADO HA SIDO EFECTUADO POR EL SOLICITANTE

  
  
**Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde**  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 R. CIP 101231

INGEMA

COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO F'c 300 KG/CM2 UTILIZANDO ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA CHEMA ESTRUCT Y SIKA 3, TRUJILLO - LA LIBERTAD

**Resistencia de Muestras de Concreto NTP 339.034**

SOLICITANTE : CABALLERO GAVIDIA, JESÚS REYNER

Nº de Probeta	Tipo de estructura	Tipo de concreto	Fecha				7 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	14 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	28 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	
			Concretado	7 días	14 días	28 días	Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		
010	DISEÑO F'c= 300 Kg/cm2 0.6% CHEMA ESTRUCT.	300	22/05/2020	29/05/2020			372.76	215.24	71.75%	215.22				271.46					
011							372.75	215.23	71.74%										
012							372.70	215.20	71.73%										
013		300	22/05/2020		5/06/2020							470.44	271.64	90.55%	271.46				
014								470.04	271.41	90.47%									
015								469.92	271.34	90.45%									
016		300	22/05/2020			19/06/2020										564.67	326.05	108.68%	326.08
017																564.76	326.10	108.70%	
018																	564.76	326.10	

Nota

1.- X = Falta Rotura de Briquetas      Área de probeta = 176.72 cm2.  
EL MOLDEADO Y CURADO HA SIDO EFECTUADO POR EL SOLICITANTE

**INGEOMA**  
  
 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 R. CIP 101231

INGE

Resistencia de Muestras de Concreto NTP 339.034

SOLICITANTE : CABALLERO GAVIDIA, JESÚS REYNER

Nº de Probeta	Tipo de estructura	Tipo de concreto	Fecha				7 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	14 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	28 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)				
			Concretado	7 dias	14 dias	28 dias	Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%					
019	DISEÑO F'c= 300 Kg/cm2 1.3% CHEMA ESTRUCT.	300	22/05/2020	29/05/2020			390.08	225.24	75.08%	225.27												
020							390.14	225.27	75.09%													
021							390.19	225.30	75.10%													
022		300	22/05/2020		5/06/2020						281.48	487.73	281.62	93.87%	281.48							
023													487.43	281.45		93.82%						
024														487.29		281.37	93.79%					
025		300	22/05/2020			19/06/2020					336.11				336.11	581.99	336.05	112.02%				
026														582.15		336.14	112.05%					
027																582.16	336.15	112.05%				
028	DISEÑO F'c= 300 Kg/cm2 2.0% CHEMA ESTRUCT.	300	22/05/2020	29/05/2020			412.60	238.24	79.41%	238.27				294.48								
029							412.65	238.27	79.42%													
030							412.70	238.30	79.43%													
031		300	22/05/2020		5/06/2020						294.48	510.24	294.62	98.21%	294.48							
032														509.94		294.45	98.15%					
033																509.81	294.37	98.12%				
034		300	22/05/2020			19/06/2020					349.11				349.11	604.50	349.05	116.35%				
035																604.66	349.14	116.38%				
036																	604.68	349.15	116.38%			

Nota

- 1.- X = Falta Rotura de Briquetas      Área de probeta = 176.72 cm2  
EL MOLDEADO Y CURADO HA SIDO EFECTUADO POR EL SOLICITANTE

**INGEOMA**

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
R. CIP. 101231

INGEOM

COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO F'c 300 KG/CM2 UTILIZANDO ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA CHEMA ESTRUCT Y SIKA 3, TRUJILLO - LA LIBERTAD

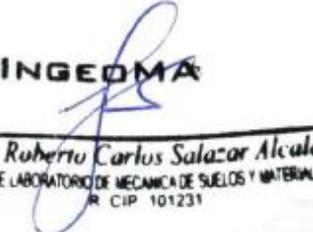
Resistencia de Muestras de Concreto NTP 339.034

SOLICITANTE : CABALLERO GAVIDIA, JESÚS REYNER

N° de Probeta	Tipo de estructura	Tipo de concreto	Fecha				7 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	14 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	28 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	
			Concretado	7 días	14 días	28 días	Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		
037	DISEÑO F'c= 300 Kg/cm2 SIKA 3 - 0.80%	300	22/05/2020	29/05/2020			385.29	222.47	74.16%	222.45				278.69				333.31	
038							385.27	222.46	74.15%										
039							385.22	222.43	74.14%										
040		300	22/05/2020		5/06/2020							482.96	278.07	92.96%	285.92				340.54
041								482.56	278.64	92.88%									
042								482.44	278.57	92.86%									
043	300	22/05/2020			19/06/2020										577.19	333.28	111.09%	340.54	
044							577.28	333.33	111.11%										
045							577.28	333.33	111.11%										
046	DISEÑO F'c= 300 Kg/cm2 SIKA 3 - 1.17%	300	22/05/2020	29/05/2020			397.81	229.70	76.57%	229.68				285.92				340.54	
047							397.79	229.69	76.56%										
048							397.74	229.66	76.55%										
049		300	22/05/2020		5/06/2020							495.48	286.10	95.37%	285.92				340.54
050								495.09	285.87	95.29%									
051								494.96	285.80	95.27%									
052	300	22/05/2020			19/06/2020										589.71	340.51	113.50%	340.54	
053							589.80	340.56	113.52%										
054							589.80	340.56	113.52%										

Nota

- 1.- X = Falta Rotura de Briquetas      Área de probeta = 176.72 cm2  
 EL MOLDEADO Y CURADO HA SIDO EFECTUADO POR EL SOLICITANTE

**INGEDMA**  
  
 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 R. CIP 101231

INGEOD

COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO F'c 300 KG/CM2 UTILIZANDO ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA CHEMA ESTRUCT Y SIKA 3, TRUJILLO - LA LIBERTAD

**Resistencia de Muestras de Concreto NTP 339.034**

SOLICITANTE : CABALLERO GAVIDIA, JESÚS REYNER

N° de Probeta	Tipo de estructura	Tipo de concreto	Fecha				7 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	14 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)	28 Dias			Resistencia Promedio (kg/cm2)		
			Concretado	7 días	14 días	28 días	Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%		Carga (kN)	Resistencia (kg/cm2)	%			
055	DISEÑO F'c= 300 Kg/cm2 SIKA 3 - 1.54%	300	22/05/2020	29/05/2020			410.33	236.93	78.98%	236.91				293.15				347.77		
056							410.31	236.92	78.97%											
057							410.26	236.89	78.96%											
058			300	22/05/2020		5/06/2020					508.01	293.33	97.78%							
059												507.61	293.10	97.70%						
060													507.49	293.03	97.68%					
061			300	22/05/2020			19/06/2020									602.24	347.74	115.91%		
062																	602.32	347.79	115.93%	
063																		602.32	347.79	115.93%

Nota

1.- X = Falta Rotura de Briquetas      Área de probeta = 176.72 cm2  
EL MOLDEADO Y CURADO HA SIDO EFECTUADO POR EL SOLICITANTE

INGEOMA

Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde  
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
R. CIP 101231

INGE