



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE
ADITIVOS QUÍMICOS, ORGÁNICOS E
INORGÁNICOS PARA MEJORAR LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Lixer Abanto Urbina

Yackelin Nohemi Olivera Martinez

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios por brindarnos sabiduría y paciencia para seguir adelante frente a las adversidades. A nuestros padres, por sus consejos, sus valores y por motivarnos constantemente para lograr esta meta, a nuestros amigos y maestros que nos apoyaron incondicionalmente en el trayecto de nuestra formación académica.

Lixer Abanto Urbina
Yackelin Nohemi Olivera Martínez

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a PRONABEC y a nuestros padres por ser los impulsores de nuestra educación, gracias a cada uno de los docentes que nos brindaron sus conocimientos y compartieron sus experiencias para contribuir a nuestra formación tanto académica como personal. A nuestros amigos, por demostrar el compañerismo y la confianza y ser partícipes de las aventuras y desventuras del paso por la universidad.

Lixer Abanto Urbina
Yackelin Nohemi Olivera Martínez

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema.....	26
1.3. Objetivos.....	26
1.3.1. Objetivo general	26
1.3.2. Objetivos específicos	26
1.4. Hipótesis	27
1.4.1. Hipótesis general	27
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	28
2.1. Tipo de investigación	28
2.2. Diseño de Investigación	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	34
2.5. Procedimiento	36
CAPÍTULO III. RESULTADOS	44
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	93
4.1. Discusión.....	93
4.2. Conclusiones.....	99
4.3. Recomendaciones.....	101
REFERENCIAS	102
ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estudios con aditivos químicos	31
Tabla 2 Estudios con aditivos orgánicos	32
Tabla 3 Estudios con aditivos inorgánicos	33
Tabla 4 Tipo de estudios recopilados	44
Tabla 5 Año de publicación de estudios recopilados	45
Tabla 6 Información sobre diseño de mezclas correspondiente a estudios con aditivos químicos	46
Tabla 7 Información sobre diseño de mezclas correspondiente a estudios con aditivos orgánicos.....	46
Tabla 8 Información sobre diseño de mezclas correspondiente a estudios con aditivos inorgánicos	47
Tabla 9 Aditivos químicos encontrados en cada estudio analizado	48
Tabla 10 Aditivos orgánicos encontrados en cada estudio analizado.....	48
Tabla 11 Aditivos inorgánicos encontrados en cada estudio analizado	49
Tabla 12 Clasificación de aditivos químicos por tipo	50
Tabla 13 Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos químicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 1)	52
Tabla 14 Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos químicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 2).....	53
Tabla 15 Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos químicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 3).....	54
Tabla 16 Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos orgánicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 1).....	57
Tabla 17 Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos orgánicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 2).....	58
Tabla 18 Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos inorgánicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 1).....	61
Tabla 19 Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos inorgánicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 2).....	62
Tabla 20 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)..	65
Tabla 21 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)..	66
Tabla 22 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 3)..	67
Tabla 23 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1).	70
Tabla 24 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2).	71
Tabla 25 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)	73

Tabla 26 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)	74
Tabla 27 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)	77
Tabla 28 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)	78
Tabla 29 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 3)	79
Tabla 30 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)	82
Tabla 31 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)	83
Tabla 32 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)	85
Tabla 33 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)	86
Tabla 34 Resistencia a la compresión del concreto con aditivos más óptimos de tipo químico, orgánico e inorgánico, respecto a la resistencia patrón	88
Tabla 35 Resistencia a la compresión del concreto con aditivos más óptimos de tipo químico, orgánico e inorgánico, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	89
Tabla 36 Resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos más óptimos según tipo de clasificación, respecto a la resistencia patrón.....	90
Tabla 37 Resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos más óptimos según tipo de clasificación, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	91
Tabla 38 Porcentaje de aditivos que superarán la resistencia patrón.....	92
Tabla 39 Porcentaje de aditivos que superarán la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo del procedimiento.....	36
Figura 2 Porcentaje según tipo de estudios analizados	44
Figura 3 Porcentaje de estudios según año de publicación	45
Figura 4 Cantidad de aditivos por tipo	49
Figura 5 Cantidad de aditivos químicos por tipo.....	51
Figura 6 $f'c$ para aditivos químicos a la edad de 28 días (bloque 1).....	55
Figura 7 $f'c$ para aditivos químicos a la edad de 28 días (bloque 2).....	55
Figura 8 $f'c$ para aditivos químicos a la edad de 28 días (bloque 3).....	56
Figura 9 $f'c$ para aditivos orgánicos a la edad de 28 días (bloque 1).....	59
Figura 10 $f'c$ para aditivos orgánicos a la edad de 28 días (bloque 2).....	59
Figura 11 $f'c$ para aditivos inorgánicos a la edad de 28 días (bloque 1).....	63
Figura 12 $f'c$ para aditivos inorgánicos a la edad de 28 días (bloque 2).....	63
Figura 13 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 1)	68
Figura 14 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 2).....	68
Figura 15 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 3).....	69
Figura 16 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos orgánicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 1)	72
Figura 17 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos orgánicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 2)	72
Figura 18 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 1)	75
Figura 19 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 2)	76
Figura 20 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 1).....	80
Figura 21 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 2).....	80
Figura 22 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 3).....	81
Figura 23 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos orgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 1) .	84
Figura 24 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos orgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 2) .	84
Figura 25 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 1)	87
Figura 26 Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 2)	87
Figura 27 Porcentaje obtenido de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos por su grupo, respecto a la resistencia patrón.....	88

Figura 28 Porcentaje obtenido de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos por su grupo, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	89
Figura 29 Porcentaje obtenido de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos por su tipo, respecto a la resistencia patrón	90
Figura 30 Porcentaje obtenido de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos por su tipo, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$	91

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito comparar el uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm². Como muestra se utilizaron 50 estudios de investigación (tesis y/o artículos), siendo clasificados en estudios con Aditivos Químicos (20), Aditivos Orgánicos (15) y Aditivos Inorgánicos (15). Como instrumentos se utilizaron fichas de resumen y fichas de recolección de datos, registrándose datos generales y la resistencia a la compresión del concreto con el uso de aditivos en su porcentaje o dosis empleada. Como resultados respecto a la resistencia a la compresión del concreto, se obtuvo que el 92.31%, 43.14% y 70.37% de los aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos respectivamente, superan su resistencia patrón, mientras que el 97.80%, 58.82% y 70.37% de los aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos respectivamente, superan la resistencia de diseño. Finalmente, se concluye que, dentro del grupo de aditivos químicos, el 92.31% y 97.80% superan la resistencia patrón y la resistencia de diseño respectivamente. Siendo el grupo con mayor porcentaje de aditivos que superan dichos parámetros.

Palabras clave: aditivos, resistencia a la compresión, concreto

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Gran parte de la investigación científica y tecnológica está enfocada hacia el desarrollo sustentable. Esto involucra el desarrollo de nuevos materiales que se caractericen por ser amigables con el medio ambiente, reduciendo el impacto ambiental que implican los procesos de obtención, transporte, producción, aplicación y reciclaje de los mismos. Uno de los sectores industriales más preocupados en reducir dicho impacto es el de la construcción, en especial la industria cementera. (Gómez Zamorano, García Guillén, & Acevedo Dávila, 2015)

El cemento es uno de los materiales que forma parte del concreto, y su participación es cuidadosamente dosificada para proporcionarle diferentes tipos y comportamientos. Siendo un elemento aglutinante, presenta propiedades de adherencia y cohesión que permiten la unión de fragmentos entre sí. En el mundo el material más utilizado para la construcción es el concreto, gracias a su versatilidad, durabilidad y trabajabilidad, así como, a la resistencia mecánica que presenta. Es por ello que distintos países han desarrollado métodos para mejorar sus características (Farfán Córdova, Pinedo Díaz, Araujo Novoa, & Orbegoso Alayo, 2019).

Por otro lado, con todo el auge de la construcción, no hay que perder de vista que hoy en día las exigencias de las estructuras de infraestructura vial están haciendo que cada vez sea más frecuente el uso de concretos de alta resistencia. Los puentes con altas exigencias mecánicas, los pavimentos con edades tempranas de servicio, las estructuras con geometrías cada vez más esbeltas, los elementos pre esforzados o pos tensados en estructuras de infraestructura vial, los puentes con estructuras sujetas a condiciones

severas de exposición, como ambientes agresivos marinos, son algunas de las obras que han fomentado el uso de concretos con condiciones de alta resistencia. (Ruda Arias & Páez Moreno, 2017)

Asimismo, el proceso constructivo en cada parte del país es diferente, en algunas ocasiones, se necesitará fraguado más rápido, fraguado más lento, concretos prefabricados, pos tensados, pretensados, ya sea por temas de clima o por la necesidad de obtener ciertas propiedades de manera más efectiva. (Valle Gómez, 2018)

Es así que durante el transcurso de la historia el hombre ha tratado de buscar otros materiales cementantes para obtener mejores propiedades mecánicas y durabilidad en el concreto. Existen algunos desechos industriales que pueden ser viablemente utilizados como materiales cementantes y que, además, requieren poco o ningún tipo de tratamiento previo para su utilización en la mezcla para concreto y/o mortero. Por otro lado, también existen otros materiales cementantes de origen natural (por ejemplo, la ceniza volcánica) que se encuentran disponibles para su uso en la mezcla de concreto. (Cabrera-Madrid, Escalante-GaMrcéfaxi, & Castro-Borges, 2016)

Se sabe que, la primera propiedad en el concreto que se ha visto afectada por el uso de materiales cementantes de origen natural o industrial es la resistencia a la compresión, asignando para este trabajo la resistencia real obtenida de los ensayos por compresión, y por ello existe una gran cantidad de trabajos que bajo diferentes mezclas, condiciones, procedencia o atmósfera permiten utilizar una cierta cantidad de éstos materiales sin afectar en forma notable sus propiedades mecánicas del concreto. (Cabrera-Madrid, Escalante-GaMrcéfaxi, & Castro-Borges, 2016)

La propiedad más importante a controlar en la fabricación del concreto es su resistencia a la compresión, que depende de muchos factores como lo son la calidad de los agregados, las condiciones de elaboración de la mezcla, el asentamiento, la temperatura de fraguado, y las condiciones propias del ensayo, entre otras, así como la inclusión de aditivos que producen variaciones en algunas de sus propiedades. Estos aditivos son utilizados para mejorar propiedades del concreto fresco o fraguado como lo son un mayor asentamiento, con reducción del agua, mayores resistencias en edades tempranas o reducción de la porosidad y peso específico del mismo. Asimismo, a medida que reacciona el agua de la mezcla con el cemento, se produce un alto calor de hidratación que puede ocasionar una rápida evaporación del agua de mezclado y una reducción del asentamiento necesario para colocarlo en los moldes, por lo que se recurre a aditivos que mantienen esa trabajabilidad sin que deban producir modificaciones en las resistencias del mismo. (Fernández, Morales, & Soto, 2016)

Por tal razón, los aditivos deben utilizarse sólo después de haber evaluado apropiadamente sus efectos en el concreto, por lo que se estudiaron algunos factores como el tipo de cemento y de árido y el tiempo de mezclado que pueden modificar de manera importante la acción del aditivo. (Ochoa & Jaramillo, 2007)

En general los aditivos, a diferencia del cemento, los agregados y el agua, no son componentes muy esenciales para la mezcla del concreto, pero son importantes y su uso es cada vez más por el aporte que hacen a la economía de la mezcla; y la necesidad de modificar las características del concreto, de tal forma que estas se adopten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor. (Valle Gómez, 2018)

Se ha evidenciado que los elementos de concreto sufren una reducción apreciable de sus propiedades físico-mecánicas y de su durabilidad en presencia de una alta concentración de humedad. Los bloques de concreto son entonces inapropiados para estar en contacto directo con el suelo como consecuencia de su estructura física porosa. Sin embargo, los bloques para sobrecimiento pueden usarse en contacto con el suelo cuando todo el sistema presente características de impermeabilidad. La impermeabilización del sobrecimiento se logra con el uso de barreras externas físicas (mantos asfálticos) o químicas (emulsiones asfálticas), es decir, empleando aditivos bituminosos en el concreto. (Cañola & Echevarría, 2017)

Otro componente en la mezcla de concreto es el aditivo plastificante o superplastificante, usado específicamente para reducir cantidad de agua en la mezcla, componente que ayuda a mantener o mejorar la resistencia a la compresión del concreto bajo el uso exclusivo de concreto elaborado con materiales reciclados como neumáticos que indiscutiblemente aparte de mejorar la resistencia del concreto permitirá una disminución considerable de residuos sólidos abandonados en zonas públicas, contribuyendo de esta manera a la no contaminación. (Farfán & Leonardo, 2018)

Refiriéndose a concretos para block, la resistencia está influenciada por otros factores como: la calidad el agua, granulometría de agregados, homogenización de la mezcla, relación agua/cemento, y del aditivo orgánico entre otros factores. Los aditivos para block coadyuvan a reducir el consumo de cemento, incrementando la resistencia a edades tempranas, y evitando el “despostillamiento” de las orillas del block tanto en el manejo de las bloqueras automáticas cómo en el manejo de las semiautomáticas. La acción de estos aditivos es plastificar y mejorar la apariencia, moldeabilidad de las

mezclas de concreto fresco y sus propiedades dispersantes, permite un rápido desmoldeo de las prensas aunado a una mejor durabilidad de los moldes debido a la reducción en los coeficientes de fricción y un incremento en las resistencias a la compresión. (Jiménez Alvarez & Téllez Jurado, 2010)

Por otro lado, una parte importante de las estructuras de concreto se encuentra reforzada con acero y la corrosión de estos refuerzos es la causa principal del deterioro de las mismas. El deterioro causado por la corrosión no tiene descanso, la ciencia y la tecnología continúan realizando nuevos estudios y metodologías para desarrollar materiales más resistentes. Los aditivos han proporcionado al concreto características que favorecen el uso de éste en los diferentes climas. Los aditivos empleados para este fin son aireante, plastificante, retardante, acelerante, colorante y fly ash. (Velásquez, Acosta, Gaona, Almeraya, & Martínez, 2004)

Se han estudiado también los aditivos oclusores de aire ya que incrementan principalmente la resistencia del concreto a ciclos de hielo-deshielo y su trabajabilidad. Aditivos tales como sales de resinas de madera, de lignina sulfonada, de ácidos de petróleo, de materiales proteínicos, de carbohidratos sulfonados, detergentes sintéticos, ácidos grasos y resinosos, han sido empleados o son comercialmente disponibles como oclusores de aire. Estos aditivos usados actualmente en las mezclas de hormigones y morteros son fundamentalmente sintéticos, pero se ha estudiado otro tipo de extractos orgánicos de origen vegetal como aditivo en materiales cementicios. (Ochoa & Jaramillo, 2007)

La mayoría de los aditivos comerciales están basados en tensoactivos como el dodecibencenosulfonato de sodio que actúa como inclusor de aire específicamente

diseñado para facilitar la producción de prefabricados acompañados de acelerantes de la reacción de hidratación del cemento como es la trietanolamina y un agente no iónico como el 9-nonoxinol para mantener la mezcla humectada en el proceso de compactación del block de concreto (Jiménez Alvarez & Téllez Jurado, 2010).

Cualquiera que sea la naturaleza de los aditivos, orgánicos (resinas) o inorgánicos, estos son diseñados para trabajar en conjunto con las partículas de cemento, y según sea su propósito, procurar una mejor utilización de los materiales, reduciendo la dosificación de cemento o agua y logrando alcanzar de una manera más acelerada sus propiedades mecánicas y proporcionando mayor durabilidad en la obra. (Fernández, Morales, & Soto, 2016).

Por lo tanto, con el propósito de poder realizar obras de mediana y gran envergadura en la ingeniería de la construcción, se aceleran los procesos constructivos para minimizar tiempos de entrega, con la consigna de no perjudicar la calidad de la estructura, eso conlleva a que podamos realizar diseños de concreto con inclusión de aditivos que pueden ser plastificantes, superplastificantes, impermeabilizantes, acelerantes, o retardantes. (Ponce Ybañez, 2017)

Antecedentes

Según Cañola y Echevarría (2017) en su artículo científico denominado: “*Bloques de concreto con aditivos bituminosos para sobrecimiento*”, Colombia, tuvo como objetivo estudiar la porosidad, resistencia a la penetración de agua, coeficiente y velocidad de absorción capilar y resistencia a la compresión de bloques de concreto para sobrecimientos utilizando aditivo bituminoso, por lo cual compararon 20 muestras de

bloques convencionales sin aditivo con 100 bloques y 100 probetas cilíndricas, estas se elaboraron con cemento, arena, agua y emulsión asfáltica en frío, desarrollo su investigación experimental en 4 etapas: la primera consistió en realizar la granulometría de la arena, en la segunda analizaron la succión capilar en las probetas, en la tercera realizaron los ensayos de penetración de agua en los bloques y finalmente hicieron los ensayos de resistencia a la compresión de los bloques con aditivo y sin aditivo, encontrando como resultado principal que los bloques con emulsión asfáltica mostraron mejores propiedades y también podrían disminuir los problemas de humedad en los muros ya que presentan un coeficiente de absorción capilar bajo, además, en cuanto a la resistencia a compresión los bloques con aditivo mostraron valores bajos o similares a los valores de los bloques convencionales.

Farfán y Leonardo (2018) en su artículo científico con el título “*Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante*”, Perú, realizaron la investigación con el objetivo de determinar las resistencias a compresión y flexión de un concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ a edades 7, 14 y 28 días adicionando aditivo plastificante y empleando en su composición caucho reciclado, realizaron cinco tipos de mezclas: concreto simple, concreto simple más aditivo, concreto simple más aditivo más 5, 10 y 15% en volumen de caucho, utilizando gravas y arena de las cuales realizaron pruebas de contenido de humedad, análisis granulométrico, peso específico y absorción y peso unitario, además emplearon cemento Pacasmayo tipo I, aditivo Sika® Cem súper plastificante reductor de agua, caucho de neumáticos y agua, encontraron como resultados que el concreto simple con aditivo supero la resistencia en estudio, mientras que las muestras a edades de 7 y 14 días con

diferentes volúmenes de caucho estuvieron al 71% de la resistencia de diseño, solo las muestras de 5 y 10 % de caucho más aditivo a los 28 días supero la resistencia de diseño, concluyendo que es viable utilizar aditivo plastificante más caucho ya que incrementa la resistencia mecánica en un 10%, además disminuye la contaminación que genera los desechos de caucho.

Según Sánchez, Jiménez y Ruiz (2005) en su artículo científico denominado: *“Uso de un aditivo biológico para mejorar las propiedades físico-mecánicas y térmicas del hormigón”* hecho en Colombia, realizó la investigación con el objetivo de mejorar las propiedades del hormigón con el uso de un aditivo biológico (bacterias), realizaron el vaciado de hormigón a cilindros con 30, 60 y 100% de aditivo biológico, cada proporción contemplo 18 cilindros, de las cuales 9 cilindros de cada proporción corresponden a las edades de 7 y 28 días, fueron sometidos a pruebas de resistencia de compresión a las edades ya mencionadas. Finalmente llegaron a la conclusión de que las resistencias de las mezclas con el aditivo supero a la mezcla patrón a excepción de la mezcla con 100% de aditivo biológico, además, las muestras a edad de 7 días con 30% de aditivo se incrementó a 17.20% y con 60% de aditivo aumento ligeramente. Por ultimo las muestras a los 28 días de curado supero a las muestras a edad de 7 días.

Según Fernández, Morales y Soto (2016) en su artículo científico denominado: *“Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días”*, realizado en Venezuela, su investigación tuvo como objetivo comparar la resistencia a compresión para concreto de 250 kg/cm² y 280 kg/cm² utilizando aditivo superplastificante PSP NLS para muestras con dosificación máxima y en exceso para

probar la variación en la resistencia con respecto a una muestra sin aditivo, realizó 8 cilindros para cada mezcla considerando 2 cilindros para cada edad, las pruebas se llevaron a cabo a las edades de 7, 28, 45 y 60 días, utilizo la metodología estándar de laboratorio la cual consiste en comparar la resistencia de la mezcla patrón con mezclas dosificadas con el aditivo a 1.7 % del peso del cemento y con un exceso de 2.1 %, teniendo como resultados que la resistencia a la compresión de la cada una de las mezclas con el aditivo superplastificante para cada edad no genera una variación significativa con respecto a la mezcla patrón, por lo que no se evidencia ninguna ventaja notable al usarlo.

Jiménez y Téllez (2010) en su artículo científico hecha en México denominado *“Efecto de un aditivo plastificante comercial sobre la estructura cristalina de la plagioclasa utilizada en la fabricación de blocks ligeros de concreto”*, tuvo como objetivo estudiar el aditivo basado en una solución de aminos y surfactantes utilizado para mejorar la plasticidad y resistencia de blocks de concreto, se elaboró 9 de estos con dimensiones de 13.5 x 19 x 19.5 cm mediante una máquina de compactación industrial, realizaron 3 ensayos de resistencia a la compresión a edades de 3,7 y 14 días, encontrando como resultado principal que el aditivo propicia una mayor reacción de hidratación del cemento producto de su efecto acelerante, además disminuye la cantidad de agua usada por su efecto de inclusor de aire, por tanto se refleja en un aumento significativo en las resistencias de compresión, las pruebas con aditivo a la edad de 14 días son mejores hasta por 20 kg/cm² con respecto a la mezcla patrón.

Según Ochoa y Jaramillo (2007) en su artículo científico titulado *“Uso del jugo de fique como aditivo orgánico en el hormigón”*, Colombia, en su investigación tuvo como

objetivo estudiar las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido utilizando como aditivo el judo de fique, se realizó probetas cilíndricas de hormigón con 3, 5 y 10 % de aditivo con respecto al cemento; los ensayos se realizaron a edades de 7, 14, 21 y 28 días, realizados para el hormigón en estado fresco fueron: contenido de aire ocluido, asentamiento, exudación, densidad y los ensayos que realizaron en estado endurecido son: resistencia a la compresión y estructura de poros, teniendo como resultados que el aditivo ocluidor de aire disminuyó la exudación y la densidad en estado fresco, por otra parte el hormigón en estado endurecido, el aditivo disminuyó la resistencia a la compresión del concreto en todas las edades de curado entre el 20 y 34 % con respecto a la mezcla de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Vale mencionar algunos conceptos básicos de la investigación:

Concreto: es un adjetivo que permite hacer mención a algo sólido, material o compacto. En la construcción: el concreto es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava o piedra y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales. El cemento junto a una fracción del agua del concreto compone la parte pura cuyas propiedades dependen de la naturaleza del cemento y de la cantidad de agua utilizada. Esta pasta pura desempeña un papel activo: envolviendo los granos inertes y rellenando los huecos de los áridos que confieren al concreto sus características de resistencias mecánicas, de contracción y de fisurabilidad. (Colmenarez Rodríguez, 2014)

Resistencia a la compresión: la resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga

por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). El ensayo universalmente conocido para determinar la resistencia a la compresión, es el ensayo sobre probetas cilíndricas elaboradas en moldes especiales que tienen 150 mm de diámetro y 300 mm de altura. Las normas NTC 550 y 673 son las que rigen los procedimientos de elaboración de los cilindros y ensayo de resistencia a la compresión respectivamente. (Osorio, 2011)

Aditivo: el aditivo es una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto, y se agrega al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o algunas de sus propiedades físicas, de tal forma que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor.

Los aditivos se emplean cada vez en mayor escala en la fabricación de morteros y concreto en general, para la elaboración de productos de calidad, en procura de las características del producto final. No se trata en ningún modo de aditivos del cemento, pues la misión del aditivo no consiste en mejorar el cemento, sino permitir la transformación o modificación de ciertos caracteres o propiedades de un producto acabado, que, según los casos, puede ser un concreto, un mortero o una lechada para inyecciones. (Rivera L., 2013)

Tipos de aditivos:

Según la Norma Técnica ASTM C494 indica los ocho tipos siguientes de aditivos químicos para ser empleados en mezclas de concreto de cemento hidráulico:

Tipo A – Aditivos reductores de agua,

Tipo B – Aditivos retardadores,

Tipo C – Aditivos aceleradores,

Tipo D – Aditivos reductores de agua y retardadores,

Tipo E – Aditivos reductores de agua y aceleradores,

Tipo F – Aditivos reductores de agua, de alto rango, y

Tipo G – Aditivos reductores de agua, de alto rango, y retardadores.

Tipo S – Aditivos de desempeño específico.

Según el Informe del Comité 212.3R-10 del ACI (American Concrete Institute), hace un análisis de los tipos fundamentales de aditivos para el concreto, y los clasifican de la siguiente manera:

- ✓ Incorporador de aire (ASTM C260 Y AASHTO M154)
- ✓ Acelerador (ASTM C494 / C494M Y AASHTO M194, Tipo C o E)
- ✓ Reductor de Agua (ASTM C494 / C494M y AASHTO M194, Tipo A)
- ✓ Reductores de Agua y Retardador SET (ASTM C494 / C494M y AASHTO M194, Tipo D)
- ✓ De alta gama reductor agua (ASTM C494 / C494M y AASHTO M194, Tipo F o G)
- ✓ Alcance medio reductor de agua (ASTM C494 / C494M, Tipo A)

- ✓ Control de conjunto extendido (Control Hidratación) (ASTM C494 / C494M, Tipo B o D)
- ✓ Reductor de la Contracción
- ✓ Inhibidores de la corrosión (ASTM C1582 / C1582M)
- ✓ Mezclas de litio para reducir las expansiones deletéreas de reacción álcali-sílice
- ✓ Permeabilidad-aditivo reductor: no hidrostático condiciones (PRAN)
- ✓ Permeabilidad-aditivo reductor de condiciones hidrostáticas (PRAH)
- ✓ Bonding
- ✓ Colorante
- ✓ Floculante
- ✓ Fungicida, cermicidal, insecticida
- ✓ Reología / modificador de la viscosidad
- ✓ Aire desentrenamiento

Por otro lado, los aditivos se clasifican en categorías de acuerdo a su efecto:

- ✓ **Plastificantes (agentes reductores de agua).**

Estos aditivos en acción con el concreto son absorbidos en la superficie de las partículas de los aglomerantes, lo cual da como resultado una mejora en la trabajabilidad y proporciona una distribución más uniforme de las partículas del aglomerante a través de la mezcla.

Usos:

- El uso de un aditivo plastificante permite alcanzar una resistencia determinada con un menor contenido de cemento.

Consideraciones prácticas:

- Algunos plastificantes contienen un retardador, lo que puede causar problemas si se aplican en dosis mayores a las establecidas.
- Existen plastificantes que contienen cloruros, que pueden aumentar el peligro de corrosión del acero de refuerzo.

✓ **Superplastificantes.**

Este tipo de aditivos son químicamente distintos a los anteriores, ya que su acción es más trascendente. En el uso para producir concreto fluido puede esperarse una pérdida rápida de trabajabilidad y, por ende, éstos deben ser agregados justo antes de la colocación.

Usos:

- En espacios de cantidad excesiva de refuerzo.
- Para producir concreto de alta resistencia, disminuyendo la relación agua-cemento como resultado de reducir el contenido de agua en 15-25%.

Consideraciones prácticas:

- Su uso debe ser cuidadosamente controlado, diseñándose mezclas especiales.
- Su efecto puede desaparecer tan rápido como en 30 minutos aproximadamente después del mezclado.

✓ **Inclusores de aire.**

Este tipo de aditivos introducen aire en forma de minúsculas burbujas en toda la pasta de cemento.

Usos:

- Cuando se requiera una resistencia mejorada del concreto en estado endurecido, contra daños por efectos de congelación y deshielo.

Consideraciones prácticas:

- La sobredosis de aire incluido en una mezcla puede causar una pérdida importante de la resistencia. Por tanto, es importante que las mezclas sean diseñadas para el porcentaje exacto de inclusión de aire y que durante la construcción se monitoree dicho proceso.

✓ **Aceleradores.**

Estos aditivos aceleran la reacción química del cemento y el agua, y de este modo aceleran la tasa de fraguado y/o la ganancia temprana en la resistencia del concreto.

Usos:

- Cuando se requiere de fraguado rápido y resistencias altas a temprana edad.

Consideraciones prácticas:

- Algunos de estos aditivos pueden incrementar la contracción por secado, el agrietamiento y la fluencia.
- Pueden causar menores resistencias a flexión.
- Muchos aceleradores en base de cloruros fomentan la corrosión del acero de refuerzo.

✓ **Retardadores.**

Este tipo de aditivos disminuyen la velocidad de la reacción química del cemento y el agua llevando a tiempos más largos de fraguado y obtención de resistencia iniciales más lentas.

Usos:

- Cuando se desea transportar concreto durante un largo tiempo.

Consideraciones prácticas:

- Este tipo de aditivos con frecuencia aumentan la contracción plástica y el agrietamiento por asentamiento plástico.
- Si la mezcla tiene una dosis elevada de este aditivo, el retardo puede ser muy prolongado.

Dosificación de concreto: Son las proporciones de cada material para ser utilizados en el concreto, con la finalidad de lograr características como la resistencia, durabilidad y adherencia adecuada. (Inka, 2019)

En este proyecto de investigación se busca ampliar los conocimientos que se tiene sobre el uso de diferentes aditivos, con respecto al mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto y saber con qué tipos de aditivos se obtienen mejores resultados.

Esta investigación clasifica a los aditivos estudiados en tres grupos según su procedencia: químicos, orgánicos e inorgánicos. Y a su vez, los aditivos químicos se clasifican según el tipo de aditivo, lo que no sucede con los grupos de aditivos orgánicos e inorgánicos, debido a la falta de información para su clasificación.

Asimismo, se pretende realizar un análisis comparativo de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos que mejoran la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², con el fin de establecer una propuesta por cada grupo de aditivos que mejor se comportan con el concreto e influyen en su resistencia a la compresión.

Este proyecto de investigación servirá como fuente para futuros tesis que requieran realizar estudios relacionados a la construcción y a la aplicación de aditivos buscando ideas innovadoras y que generen resultados que aporten conocimientos a los ingenieros y a las empresas constructoras.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², Cajamarca 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Comparar el uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm².

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Recopilar y clasificar estudios sobre el uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm².
- ✓ Comparar la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos frente a la resistencia patrón y de diseño $f'c=210$ kg/cm².
- ✓ Comparar la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos frente a la resistencia patrón y de diseño $f'c=210$ kg/cm².

- ✓ Comparar la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos frente a la resistencia patrón y de diseño $f'c=210$ kg/cm².

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El análisis comparativo del uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² es que, al analizar el grupo de aditivos químicos, se obtienen mejores resultados en la resistencia a la compresión, respecto a la resistencia patrón y de diseño.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva con enfoque cualitativo.

En este caso es investigación descriptiva porque a través de la observación de estudios ya realizados se desarrolló un análisis sin buscar la influencia de una variable con respecto a otra. Y cualitativo porque únicamente se describieron cualidades, características y propiedades, más no se realizó cuantificación de datos.

Según (Borja S., 2012) en su libro “Metodología de la investigación para ingenieros” manifiesta que una investigación es descriptiva cuando se investigan y determinan las propiedades y características más representativas de los objetos de estudio como personas, viviendas, concreto armado, probetas o cualquier otro fenómeno que se quiera estudiar, en este caso el estudio de las diferentes propiedades y características de los diferentes tipos de aditivos que influyen en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto. Por otro lado (Borja S., 2012) indica que una de las características principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto.

Con respecto al enfoque cualitativo, (Borja S., 2012) señala que una investigación cualitativa es conocida también como investigación naturalista, fenomenológica, interpretativa o etnográfica. Estos estudios involucran la recolección de datos utilizando técnicas que no pretenden hacer medición numérica, como las descripciones y las observaciones. Otras técnicas empleadas son las entrevistas, revisión de documentos, etc. En esta investigación, por lo general las preguntas e hipótesis surgen dentro del

proceso de investigación. Las variables de estudios no se definen con el propósito de manipularse ni de controlarse experimentalmente.

2.2. Diseño de Investigación

Esta investigación contempla un tipo de diseño no experimental.

Es diseño no experimental porque solo se sustrajo información en su estado natural para ser analizada, sin manipular deliberadamente una variable.

Para (Borja S., 2012), los diseños no experimentales se basan en la obtención de información sin manipular los valores de las variables, es decir, tal y como se manifiestan las variables en la realidad. Asimismo, (Sabino, 1992) manifiesta que este tipo de diseños de investigación es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales.

2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población:

La población será el conjunto total de estudios (artículos científicos y tesis), relacionados con el uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Muestra:

La muestra fue elegida a criterio y conveniencia de los investigadores, como lo indican (Otzen & Manterola, 2017), este tipo de muestreo es no probabilístico y por conveniencia, que permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser

incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. Realizando el análisis para un total de 50 estudios (artículos científicos y tesis), teniendo en cuenta ciertos criterios de inclusión y exclusión, que a continuación se especifican:

➤ **Criterios de inclusión:**

- ✓ Los estudios pertenecen a información mayor al año 2015.
- ✓ La evaluación de la resistencia a la compresión de los ensayos de concreto corresponde a 210 kg/cm².
- ✓ Los resultados de cada estudio son producto de una evaluación experimental.
- ✓ El tema de investigación se relaciona con la variable de estudio (el uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos y su influencia en la resistencia a la compresión del concreto).

➤ **Criterios de exclusión:**

- ✓ Los estudios pertenecen a información menor al año 2015.
- ✓ La evaluación de la resistencia a la compresión de los ensayos de concreto no corresponde a 210 kg/cm².
- ✓ Los resultados de cada estudio son producto de evaluaciones no experimentales.
- ✓ El tema de investigación no se relaciona con la variable de estudio.

Seguidamente, la relación de los 50 estudios, agrupados según el tipo de aditivo utilizado en cada investigación (Químicos, Orgánicos e Inorgánicos), considerados para el presente análisis:

GRUPO A: estudios con aditivos químicos.

Tabla 1
Estudios con aditivos químicos

Nº	TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	AUTOR(ES)	AÑO
1	Influencia de los aditivos sika wt-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, Trujillo, 2018.	Benites; Moreno	2018
2	Influencia del aditivo sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad.	Sota	2017
3	Resistencia a compresión axial de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de aditivo anti-deslave.	Gómez	2017
4	Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo acelerante al 2% y retardante al 0.5%, para diferentes edades.	Gonzales	2019
5	Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno.	Coapaza; Cahui	2018
6	Influencia del aditivo ASTM C494 tipo E en el asentamiento, fragua y resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo 2019.	Cubas	2019
7	Efectos de los aditivos acelerantes de fraguado en el concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ con cemento tipo I en estado fresco y endurecido, Trujillo 2017.	Ponce	2017
8	Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 Chachapoyas - Amazonas 2016.	Valle	2016
9	Influencia del aditivo retardante Sika Retarder PE y su dosificación sobre la resistencia a la compresión y fraguado en el concreto, Trujillo - 2020.	Arévalo	2020
10	Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huanuco.	Apolinario	2017
11	Diseño de concreto antideslave, para vaciados en zonas con presencia de nivel freático alto con uso de aditivos, en la ciudad de Arequipa.	Macedo; Miranda	2016
12	Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $f'c= 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$. Huancayo, 2016.	Sánchez	2017
13	Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando los aditivos Sika superplastificante Viscoflow 50 y Chema Plast con canteras de cerro y río - Cajamarca 2020.	Sánchez	2020
14	Influencia de los aditivos plastificantes tipo A sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural.	Vergara	2018
15	Efecto de la incorporación de aditivos acelerantes de fragua, sobre la resistencia a la compresión del concreto, aplicables a obras hidráulicas para las altitudes 2600 a 3500 m.s.n.m, Ancash.	López	2020
16	Influencia de los aditivos acelerantes de fragua sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido Trujillo, 2019.	Huamaní, Solon	2019
17	Evaluación de las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament®-290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos, Lambayeque. 2018	Huaman; Llanos	2019

18	Análisis del comportamiento del aditivo retardante en el concreto para incrementar el tiempo de fraguado, como consecuencia de mejorar su trabajabilidad en el barrio Huayco del distrito de Tarapoto – San Martín en el año 2018.	Minauro; Panduro	2020
19	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.	Zegarra; Zegarra	2016
20	Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento a un 23% por aditivo súper plastificante Huaraz - Ancash, 2019.	Brito; Foronda	2019

Nota: esta tabla muestra los estudios con el uso de aditivos químicos.

GRUPO B: estudios con aditivos orgánicos.

Tabla 2
Estudios con aditivos orgánicos

Nº	TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	AUTOR(ES)	AÑO
1	Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Tarapoto, 2018.	Bartra	2018
2	Análisis de resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm^2 adicionando caucho reciclado para estructuras de albañilería confinada, Lima 2018.	Flores; Águila	2018
3	Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con tres porcentajes (0.5%, 1.0% y 2.5%) de fibra de bagazo de caña de azúcar.	Mendoza	2018
4	Determinación del contenido óptimo de fibra de cabuya para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.	Alarcón	2018
5	Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.	Galicia; Velásquez	2016
6	Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del concreto de resistencias $f'c= 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo.	Castro; Alfaro	2019
7	Uso de un aditivo biológico para mejorar las propiedades físico-mecánicas y térmicas del hormigón.	Sánchez; Jiménez; Ruiz	2015
8	Obtención de un concreto autocompactante empleando adiciones de escoria de carbón finamente molida.	Robayo; Mattey; Silva; Desvasto	2016
9	Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante.	Farfán; Leonardo	2018
10	Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento.	Soto; Soto;Ramalho	2018
11	Uso del jugo de fique como aditivo orgánico en el hormigón.	Ochoa; Jaramillo	2015
12	Uso de polvo de grafito como aditivo en el concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ a fin de mejorar las propiedades mecánicas del concreto.	Alvarado; Roque	2020
13	Concreto con refuerzo de fibra de betarraga para mejorar la resistencia del concreto.	Rivera; Saldaña	2019

14	Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c \ 210 \text{ kg/cm}^2$ usando fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de Rioja.	Bacalla; Vega	2019
15	El uso de aditivos de origen natural integral a masa de concreto para la protección contra la corrosión del acero estructural embebido.	Babilonia; Urango	2015

Nota: esta tabla muestra los estudios con el uso de aditivos orgánicos.

GRUPO C: estudios con aditivos inorgánicos.

Tabla 3

Estudios con aditivos inorgánicos

Nº	TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	AUTOR(ES)	AÑO
1	Resistencia mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibras de acero Dramix y Sika.	Abanto	2017
2	Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando fibra de vidrio en proporciones de 2%, 4% y 6%.	Abrigo	2018
3	Efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.	Garate	2018
4	Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón.	Cano; Cruz	2017
5	Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón $f'c \ 210 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac.	Carrillo; Rojas	2017
6	Concreto de alta resistencia utilizando aditivo microfílice.	Manolo; Gonzáles	2016
7	Impacto de las adiciones para concreto en la reducción de la permeabilidad al Ión Cloruro vs la relación agua cemento.	Montaña; Carmona	2015
8	Efecto del porcentaje de adición de metacaolín en las propiedades finales del concreto adicionado.	Torres; Mejia; Del Vasco	2015
9	Reología, comportamiento físico-mecánico y de durabilidad de hormigones con Nanofílice.	Téllez; Martín; Pérez; Verdecia	2015
10	Estudio comparativo de concreto simple reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento Andino Tipo V.	Corcino	2015
11	Incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 para el mejoramiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos.	Cornelio, Cunia	2019
12	Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote.	Léctor; Villareal	2017
13	Comportamiento mecánico del concreto de mediana resistencia con la adición de Zeolitas Naturales más Cal Hidratado - Lima, 2020.	Izquierdo	2020
14	Influencia del cuarzo reemplazante del agregado grueso en las propiedades mecánicas del concreto, Trujillo 2018.	Bardales; Bagner	2018
15	Influencia del caolín como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión axial del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	Acosta	2017

Nota: esta tabla muestra los estudios con el uso de aditivos inorgánicos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

Esta investigación tiene como técnica de recolección de datos la revisión documental, que consiste en identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones; delinear el objeto de estudio; hacer relaciones entre estudios; rastrear preguntas y objetivos de investigación; observar las estéticas de los procedimientos (metodologías); establecer semejanzas y diferencias entre los estudios y las ideas del investigador; distinguir los elementos más abordados y precisar ámbitos no explorados. (Valencia López, 2018)

Instrumentos

Como instrumento de recolección de datos se utilizaron fichas resumen y fichas de recolección de datos.

En la primera ficha de nombre “*Ficha Resumen*” se consideran parámetros generales de cada estudio a ser analizado como el tipo (tesis o artículo), título, autores, objetivo general, objetivos específicos, metodología y conclusiones. Esto con el fin de recopilar información general y saber de qué trata cada estudio. (Ver Anexo 01)

En la segunda ficha de nombre “*Ficha de Recolección de Datos*” se consideran parámetros mucho más específicos y teniendo en cuenta lo que se desea analizar de cada estudio como el nombre del aditivo, grupo de aditivo (químico, orgánico o inorgánicos), categoría del aditivo (plastificante, superplastificante, inclusor de aire, acelerador o retardador), el porcentaje o dosis de uso de cada aditivo, el tipo de cemento y agregado usado en la mezcla de concreto, algunos requerimientos como la

relación agua-cemento y la consistencia de la mezcla y los resultados respectivos correspondientes a la resistencia a la compresión del concreto con y sin aditivo evaluado a las edades de 7, 14 y 28 días, para posteriormente poder comparar la influencia de cada uno de los aditivos en la resistencia a la compresión del concreto de diseño. (Ver Anexo 02)

Adicionalmente, cada una de las fichas cuenta con un encabezado y pie de página con datos generales como logo de la Universidad Privada del Norte, el título de la presente tesis, los nombres de los tesisistas, el nombre del asesor, las fechas de aplicación de cada ficha y las firmas respectivas de quienes corresponden.

2.4.2. Técnicas e instrumentos de análisis de datos

Técnicas:

La técnica de análisis de datos es la estadística descriptiva, que recopila, analiza y caracteriza un conjunto de datos con la finalidad de describir las características, propiedades, comportamientos y cualidades de este conjunto a través de medidas de resumen, tablas o gráficos.

Instrumentos

El instrumento de análisis de datos serán las hojas de cálculo de Excel.

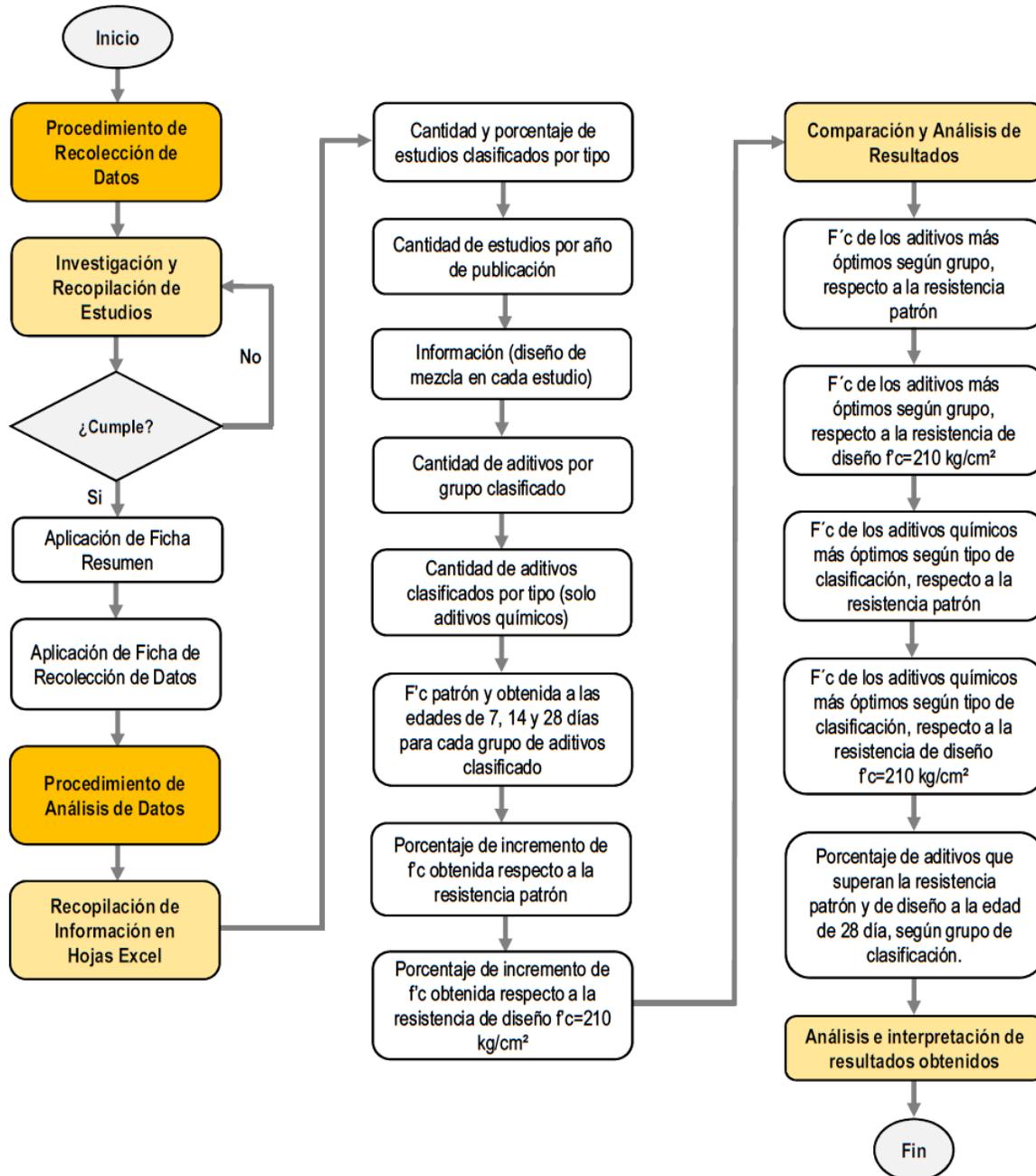
Estas hojas de cálculo en Excel, son básicamente un conjunto de tablas y gráficos elaborados a partir de los parámetros principales de las fichas de recolección de datos que se desean analizar y comparar. Comprende el registro de cantidades de estudios por tipo y año de publicación, nombres de los aditivos por cada estudio analizado, cantidad de aditivos por grupo y categoría, y los valores de la resistencia a la

compresión del concreto con los diferentes aditivos utilizados en el porcentaje o dosis que se especifican y a las edades correspondientes de ensayo.

2.5. Procedimiento

Figura 1

Diagrama de flujo del procedimiento



Nota: la figura muestra el flujograma del procedimiento

2.5.1. Procedimiento de recolección de datos

❖ Investigación y recopilación de estudios

Mediante las diferentes plataformas de búsqueda se investiga estudios (tesis y/o artículos) relacionados con el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando aditivos de tipo químicos, orgánicos e inorgánicos. Los estudios recopilados deben contar con resultados producto de una evaluación experimental. Asimismo, cumplir con los criterios de inclusión descritos anteriormente.

❖ Aplicación de ficha resumen a cada estudio

A cada estudio previamente seleccionado se aplica la primera ficha denominada “Ficha Resumen”, mediante la cual se extraen datos generales de cada estudio como el tipo (tesis o artículo), título, autores, objetivos, metodología y conclusiones, con el propósito de conocer información general y saber de qué trata cada estudio analizado.

❖ Aplicación de ficha de recolección de datos a cada estudio

Seguidamente, se aplica la segunda ficha denominada “Ficha de Recolección de Datos”, mediante la cual se extraen datos específicos de lo que se desea analizar de cada estudio como el nombre del aditivo, tipo del aditivo (químico, orgánico o inorgánico), categoría del aditivo (plastificante, superplastificante, inclusor de aire, acelerador, retardador o otros), el porcentaje de uso de cada aditivo, el tipo de cemento y agregado usado en la mezcla de concreto, algunos requerimientos como la relación agua-cemento y la consistencia de la mezcla y los resultados respectivos

correspondientes a la resistencia a la compresión del concreto con y sin aditivo evaluado a las edades de 7, 14 y 28 días.

2.5.2. Procedimiento de análisis de datos

❖ **Recopilación de información en hojas de cálculo Excel**

Mediante hojas de cálculo en Excel elaboradas en base a la información consignada en las fichas de resumen, se recopila la información de los 50 estudios considerados, de la siguiente manera:

✓ **Cantidad y porcentaje de estudios clasificados por tipo de estudio**

Mediante la utilización de una tabla se organizó el total de estudios encontrados (tesis o artículos), en cantidad y porcentaje, siendo este último presentado mediante un gráfico.

✓ **Cantidad de estudios por año de publicación**

Mediante la utilización de una tabla se detalló la cantidad total de estudios encontrados por año (a partir del año 2015) para cada tipo de aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), presentado también a través de un gráfico.

✓ **Información sobre diseño de mezcla realizado en cada estudio**

Para cada uno de los estudios se especificaron mediante una tabla informativa el tipo de cemento usado, el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, la relación agua-cemento de diseño, la consistencia y la dosificación del concreto, para cada grupo de aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos).

✓ **Cantidad de aditivos encontrados en cada uno de los estudios para cada grupo clasificado.**

Mediante el uso de tablas se detalló para cada grupo de aditivos, el número de estudio y el nombre de los diferentes aditivos encontrados en cada uno. Y a través de un gráfico de barras se representó la cantidad total de aditivos para cada grupo (químicos, orgánicos e inorgánicos).

✓ **Cantidad de aditivos clasificados por tipo (solo para aditivos químicos).**

Mediante una tabla se registró el nombre y categoría que corresponde a cada uno de los aditivos químicos. Y mediante un gráfico se representó la cantidad total de aditivos químicos según su categoría (plastificantes, superplastificantes, inclusores de aire, aceleradores y retardadores). Dicha clasificación se realizó solo para aditivos químicos, ya que, los demás grupos de aditivos (orgánicos e inorgánicos), no mencionan su tipo de categoría.

✓ **Registro de la resistencia a la compresión del concreto (obtenida y patrón) en kg/cm² a las edades de 7, 14 y 28 días en sus diferentes porcentajes o dosis considerados, para cada grupo de aditivos analizados (químicos, orgánicos e inorgánicos).**

Para cada grupo de aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), mediante el uso de una tabla se colocaron los aditivos con su porcentaje o dosis respectiva y su resistencia a la compresión del concreto tanto obtenida como patrón en kg/cm², a las edades de 7, 14 y 28 días, según corresponda.

✓ **Representación de la resistencia a la compresión del concreto en kg/cm² para cada grupo de aditivos analizados (químicos, orgánicos e inorgánicos).**

Para cada grupo de aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), mediante gráficas de líneas, se representaron la resistencia a la compresión del concreto obtenida, patrón y la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm², únicamente para las edades de 28 días, considerando su respectivo porcentaje o dosis empleada.

- ✓ **Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), con respecto a la resistencia patrón.**

Para cada grupo de aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), a través de una tabla se determinó el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión que logra obtener cada aditivo analizado respecto a la resistencia patrón del concreto. Y mediante gráficos de barras se representa ese porcentaje de incremento para las edades de 7 y 28 días.

- ✓ **Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), con respecto a la resistencia de diseño $f'c = 210$ kg/cm².**

Para cada grupo de aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), a través de una tabla se determinó el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión que logra obtener cada aditivo analizado respecto a su resistencia de diseño $f'c = 210$ kg/cm². Y mediante gráficos de barras se representa ese porcentaje de incremento para las edades de 7 y 28 días.

❖ Comparación y análisis de resultados

- ✓ **Resistencia a la compresión de los aditivos más óptimos de tipo químico, orgánico e inorgánico, respecto a la resistencia patrón, a la edad de 28 días.**

Se realizó la comparación independientemente para cada grupo, extrayendo el aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo, es decir se representó mediante una tabla y un gráfico de barras, el aditivo químico, orgánico e inorgánico más óptimo, respecto a la resistencia patrón del concreto.

- ✓ **Resistencia a la compresión de los aditivos más óptimos de tipo químico, orgánico e inorgánico, respecto a la resistencia de diseño $f'c \text{ 210 kg/cm}^2$, a la edad de 28 días.**

Se realizó la comparación independientemente para cada grupo, extrayendo el aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo, es decir se representó mediante una tabla y un gráfico de barras, el aditivo químico, orgánico e inorgánico más óptimo, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

- ✓ **Resistencia a la compresión de los aditivos químicos más óptimos, según tipo de clasificación, respecto a la resistencia patrón, a la edad de 28 días.**

Dentro del grupo de aditivos químicos se clasificaron en 5 tipos (Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes, Acelerantes y Retardantes), esto debido al tipo de aditivos encontrados en cada estudio. Extrayendo el aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo dentro de cada tipo, respecto a la resistencia patrón del concreto. Representándose mediante una tabla y un gráfico de barras.

- ✓ **Resistencia a la compresión de los aditivos químicos más óptimos, según tipo de clasificación, respecto a la resistencia de diseño $f'c$ 210 kg/cm², a la edad de 28 días.**

Dentro del grupo de aditivos químicos se clasificaron en 5 tipos (Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes, Acelerantes y Retardantes), esto debido al tipo de aditivos encontrados en cada estudio. Extrayendo el aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo dentro de cada tipo, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm². Representándose mediante una tabla y un gráfico de barras.

- ✓ **Porcentaje de aditivos que superan la resistencia patrón y de diseño a la edad de 28 días de curado, según grupo de clasificación.**

Se calculó el porcentaje de aditivos, que superan la resistencia a la compresión del concreto patrón y la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm², para cada grupo.

2.5.3. Aspectos éticos

En la presente investigación se consideran los siguientes aspectos éticos:

- ❖ Se está citando a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, es decir, respetando los derechos de autor.
- ❖ Se ha obtenido cada uno de los estudios de diferentes repositorios institucionales, siendo estos de libre descarga, que no requiere autorización.
- ❖ Todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.
- ❖ Respeto a la política anti-plagio del investigador.
- ❖ Se ha tenido cuidado en la redacción del informe teniendo en consideración la guía de investigación científica de la facultad de ingeniería de la Universidad Privada Del Norte.
- ❖ Respeto a la propiedad intelectual de acuerdo a los criterios de las Normas APA séptima edición.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los principales resultados referentes a cada uno de los estudios analizados, representando aspectos generales y específicos, que permitirán comparar el uso de los aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

3.1. Aspectos generales de los estudios analizados

Tabla 4

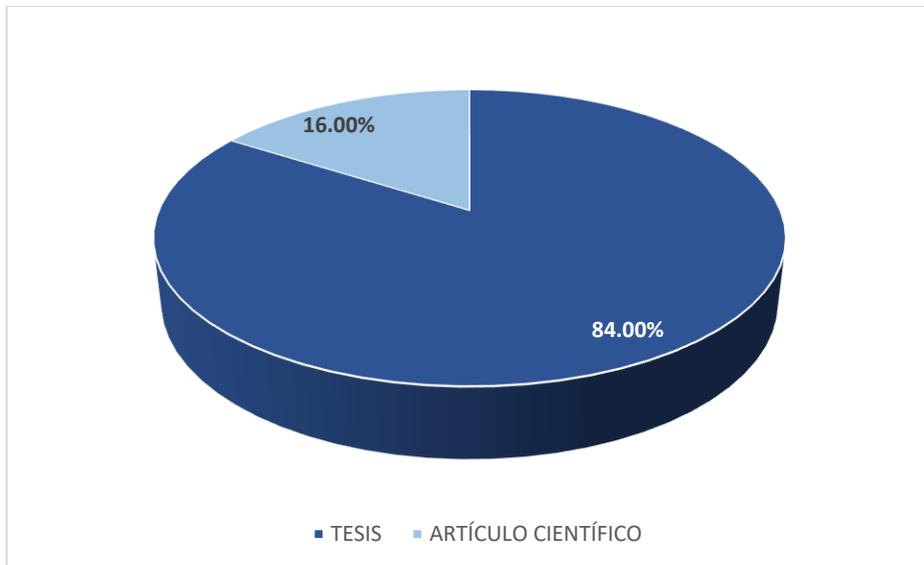
Tipo de estudios recopilados

TIPO DE ESTUDIO	CANTIDAD	%
TESIS	42	84.00%
ARTÍCULO CIENTÍFICO	8	16.00%
TOTAL	50	100.00%

Nota: esta tabla muestra la cantidad de estudios analizados según su tipo.

Figura 2

Porcentaje según tipo de estudios analizados



Nota: la figura muestra el porcentaje según tipo de estudios analizados.

Como resultados del tipo de estudios recopilados se tienen que, del total de 50 investigaciones analizadas, 42 corresponden a tesis y 8 a artículos científicos, representando 84% y 16% respectivamente.

Tabla 5

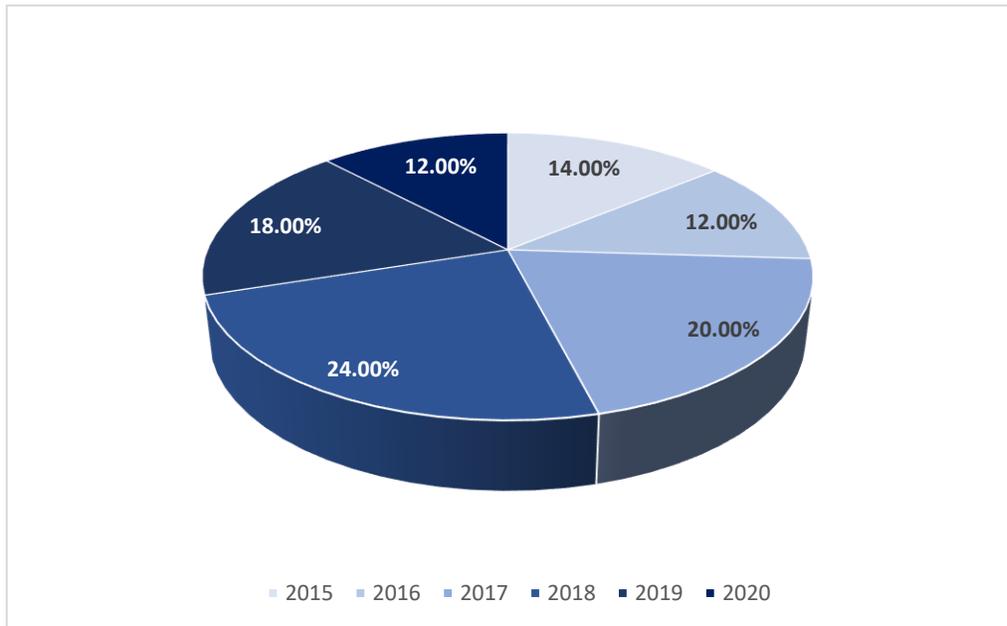
Año de publicación de estudios recopilados

AÑO DE PUBLICACIÓN	AD. QUÍMICOS	AD. ORGÁNICOS	AD. INORGÁNICOS	TOTAL POR AÑO	PORCENTAJE
2015		3	4	7	14.00%
2016	3	2	1	6	12.00%
2017	5		5	10	20.00%
2018	3	6	3	12	24.00%
2019	5	3	1	9	18.00%
2020	4	1	1	6	12.00%
TOTAL POR TIPO	20	15	15	50	100.00%

Nota: esta tabla muestra la cantidad de estudios por año de publicación.

Figura 3

Porcentaje de estudios según año de publicación



Nota: la figura muestra el porcentaje de estudios según año de publicación.

Como resultados de estudios recopilados por año de publicación, se obtuvieron que la mayor cantidad corresponden al año 2018, con un total de 12 investigaciones, representando el 24%.

Tabla 6
Información sobre diseño de mezclas correspondiente a estudios con aditivos químicos

ESTUDIO N°	MATERIALES Tipo de Cemento	TMN A.G.	REQUERIMIENTOS		DOSIFICACIÓN
			a/c Diseño	Consistencia	
1	Portland Tipo I	1/2"	0.56	Fluida	1 : 1.87 : 2.09
2	Portland Tipo I	3/4"	0.66	Plástica	1 : 3.44 : 2.52
3	Portland Tipo I	1"	0.56	Plástica	1 : 2.47 : 2.89
4	Portland Tipo I	1"	0.56	Plástica	1 : 2.35 : 2.90
5	Portland Tipo IP	3/4"	0.56	Plástica	1 : 1.84 : 1.73
6	Portland Tipo I	1/2"	0.56	Plástica	1 : 2.06 : 2.48
7	Portland Tipo I	3/4"	-	-	-
8	Portland Extraforte Tipo Ico	1 1/2"	0.45	Plástica	1 : 2.67 : 3.49
9	Portland Tipo HS	1/2"	0.56	Plástica	1 : 1.83 : 2.40
10	Portland Tipo I	3/4"	0.46	Plástica	1 : 2.02 : 2.33
11	Portland Tipo IP	3/4"	0.56	Plástica	1 : 1.91 : 2.74
12	Portland Tipo I	3/4"	0.56	Plástica	-
13	Portland Tipo I	3/4"	0.56	Plástica	1 : 2.20 : 2.70
14	Portland Tipo Ico	1/2"	0.57	Plástica	1 : 1.88 : 2.46
15	Portland Tipo I	1"	0.56	Plástica	1 : 2.10 : 2.30
16	Portland Tipo I	3/8"	0.56	Plástica	-
17	Portland Tipo I	3/4"	0.60	Plástica	1 : 1.84 : 2.86
18	Portland Tipo I	3/4"	0.54	Plástica	1 : 2.30 : 2.80
19	Portland Tipo I	1/2"	0.66	Plástica	1 : 2.47 : 2.35
20	Portland Tipo I	1"	0.54	Plástica	1 : 2.02 : 2.64

Nota: esta tabla muestra información sobre materiales y requerimientos que se ha considerado en cada estudio para el diseño de mezcla, mediante el cual se ha obtenido una dosificación de proporción en peso para la elaboración de muestras.

Tabla 7
Información sobre diseño de mezclas correspondiente a estudios con aditivos orgánicos

ESTUDIO N°	MATERIALES Tipo de Cemento	TMN A.G.	REQUERIMIENTOS		DOSIFICACIÓN
			a/c Diseño	Consistencia	
1	Portland Tipo Ico	3/4"	0.56	Plástica	1 : 1.84 : 3.04
2	Portland Tipo I	1"	0.65	Plástica	1 : 1.72 : 1.80
3	Portland Tipo I	1"	0.56	Plástica	1 : 2.10 : 2.80
4	Portland Tipo I	1/2"	0.56	Plástica	1 : 1.90 : 2.30
5	Portland Tipo IP	3/4"	0.55	Seca	1 : 2.41 : 3.10
6	Portland Tipo I	1"	0.56	Plástica	1 : 1.74 : 3.52
7	Portland Tipo I	-	0.56	-	1 : 2.30 : 3.00
8	Portland Tipo I	1/2"	0.45	-	-
9	Portland Tipo I	-	0.48	Plástica	1 : 2.51 : 2.25
10	Portland Tipo CPV-ARI	-	-	-	-
11	Portland Tipo I	3/4"	-	Plástica	1 : 1.93 : 3.18
12	Portland Tipo I	1/2"	0.57	-	1 : 2.10 : 2.20

13	Portland Tipo I	3/4"	-	Plástica	1 : 2.36 : 2.11
14	Portland Tipo I	1 1/2"	0.60	Plástica	1 : 2.12 : 3.19
15	Portland Tipo I	1/2"	-	-	-

Nota: esta tabla muestra información sobre materiales y requerimientos que se ha considerado en cada estudio para el diseño de mezcla, mediante el cual se ha obtenido una dosificación de proporción en peso para la elaboración de muestras.

Tabla 8

Información sobre diseño de mezclas correspondiente a estudios con aditivos inorgánicos

ESTUDIO N°	MATERIALES		REQUERIMIENTOS		DOSIFICACIÓN
	Tipo de Cemento	TMN A.G.	a/c Diseño	Consistencia	
1	Portland Tipo I	3/4"	0.56	Plástica	1 : 2.30 : 2.48
2	Portland Tipo I	3/4"	0.68	Plástica	1 : 3.15 : 2.90
3	Portland Tipo MS	1/2"	-	Plástica	1 : 2.10 : 2.30
4	Portland Tipo I	3/4"	0.37	Plástica	1 : 1.25 : 2.32
5	Portland Tipo I	3/4"	0.47	Plástica	1 : 1.99 : 2.58
6	Portland Tipo I	1/2"	0.52	Fluida	1 : 2.00 : 2.00
7	Portland Tipo I	-	0.50	-	-
8	Portland Tipo I	3/4"	0.40	Plástica	-
9	Portland Tipo I	3/4"	0.40	-	-
10	Portland Tipo V	1/2"	0.45	Plástica	1 : 1.61 : 1.75
11	Portland Tipo I	1"	0.52	Seca	1 : 1.91 : 2.02
12	Portland Tipo I	3/4"	0.56	Plástica	1 : 2.10 : 2.81
13	Portland Tipo I	3/4"	0.60	-	1 : 2.17 : 2.34
14	Portland Tipo I	1"	0.56	Plástica	1 : 2.24 : 2.86
15	Portland Tipo I	3/4"	0.56	Plástica	1 : 2.50 : 2.20

Nota: esta tabla muestra información sobre materiales y requerimientos que se ha considerado en cada estudio para el diseño de mezcla, mediante el cual se ha obtenido una dosificación de proporción en peso para la elaboración de muestras.

Como resultados de información referida al diseño de mezcla de cada estudio, se obtuvo que el tipo de cemento más utilizado es el Portland Tipo I, el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso más empleado es de 3/4", y respecto a la consistencia que mayor se consideró fue plástica.

3.2. Listado y clasificación de aditivos por tipo (químicos, orgánicos e inorgánicos).

Tabla 9

Aditivos químicos encontrados en cada estudio analizado

ESTUDIO N°	NOMBRE DEL ADITIVO		
	Aditivo 1	Aditivo 2	Aditivo 3
1	Sika WT-100	Sika 1 Líquido	Sika 1 En Polvo
2	Zeta-1	Sika® - 1	
3	Chema 3 (Anti-deslave)		
4	Sika® - 3	Sikament® - 290N	
5	Sikament® - 290N		
6	Z Fragua #5	Accelguard 90	
7	Accelguard 80 Euco	Sika Cem Acelerante PE	
8	Z Fragua #5	Chema 3	Sika Cem Acelerante PE
9	Sika Retarder PE		
10	Chema 3 Líquido		
11	Sika Fume ³⁴	Euco Awa ³⁶	
12	Rheobuild 1000		
13	Sika Viscoflow 50	Chema Plast	
14	Sika Plastimet HE 98	Chema Plast	Euro WR 91
15	Sika® - 3	Chema 3	
16	Sika Rapid® 1	Z Fragua #5	
17	Sikament® - 290N	Chemament 400	
18	Chematarad 400		
19	Chema 5	Sika® - 3	
20	Ulmen		

Nota: esta tabla muestra los diferentes tipos de aditivos químicos utilizados en cada investigación.

Tabla 10

Aditivos orgánicos encontrados en cada estudio analizado

ESTUDIO N°	NOMBRE DEL ADITIVO	
	Aditivo 1	Aditivo 2
1	Grafeno	
2	Caucho Reciclado	
3	Fibra de Bagazo de Caña	
4	Fibra de Cabuya de 2.5cm	Fibra de Cabuya de 8.0cm
5	Ceniza de Rastrojo de Maíz	
6	Cáscara de Huevo	
7	Aditivo Biológico	
8	Escoria de Carbón	
9	Caucho Reciclado	
10	Polvo Residual Orgánico	
11	Jugo de Fique	

- 12 Grafito
- 13 Fibra de Betarraga
- 14 Fibra Natural de Coco
- 15 Sábila

Nota: esta tabla muestra los diferentes tipos de aditivos orgánicos utilizados en cada investigación.

Tabla 11

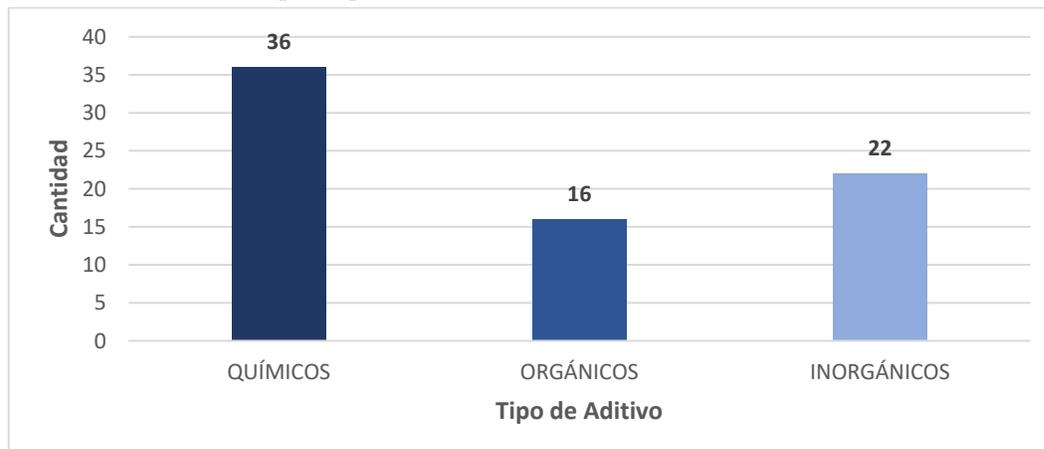
Aditivos inorgánicos encontrados en cada estudio analizado

ESTUDIO N°	NOMBRE DEL ADITIVO			
	Aditivo 1	Aditivo 2	Aditivo 3	Aditivo 4
1	Dramix® 3D 80/60 BG	Sika® Fiber CHO 80/60 NB		
2	Fibra de Vidrio			
3	Fibra de Acero			
4	Vidrio Molido	Vidrio Tamizado	Vidrio Granular	
5	Fibra de Acero Dramix 3D			
6	Microsílice (Sika Fume)			
7	Filler	Metacaolín	Microsílice	Cerámico Blanco
8	Metacaolín			
9	Nanosílice			
10	Fibra de Acero Dramix	Fibra de Acero Wirand		
11	Fibra de Acero Wirand FF3			
12	Plásticos (PET)			
13	Zeolita más Cal Hidratado			
14	Cuarzo			
15	Caolín			

Nota: esta tabla muestra los diferentes tipos de aditivos inorgánicos utilizados en cada investigación.

Figura 4

Cantidad de aditivos por tipo



Nota: la figura muestra la cantidad de aditivos clasificados por grupo, haciendo un total de 74 aditivos en los 50 estudios analizados.

Del total de aditivos recopilados en los 50 estudios, se tiene en mayor cantidad, aditivos químicos con un total de 36, seguido de aditivos inorgánicos con 22 y finalmente aditivos orgánicos con 16. Haciendo un total de 74 aditivos analizados.

3.3. Clasificación de aditivos químicos por tipo.

Tabla 12

Clasificación de aditivos químicos por tipo

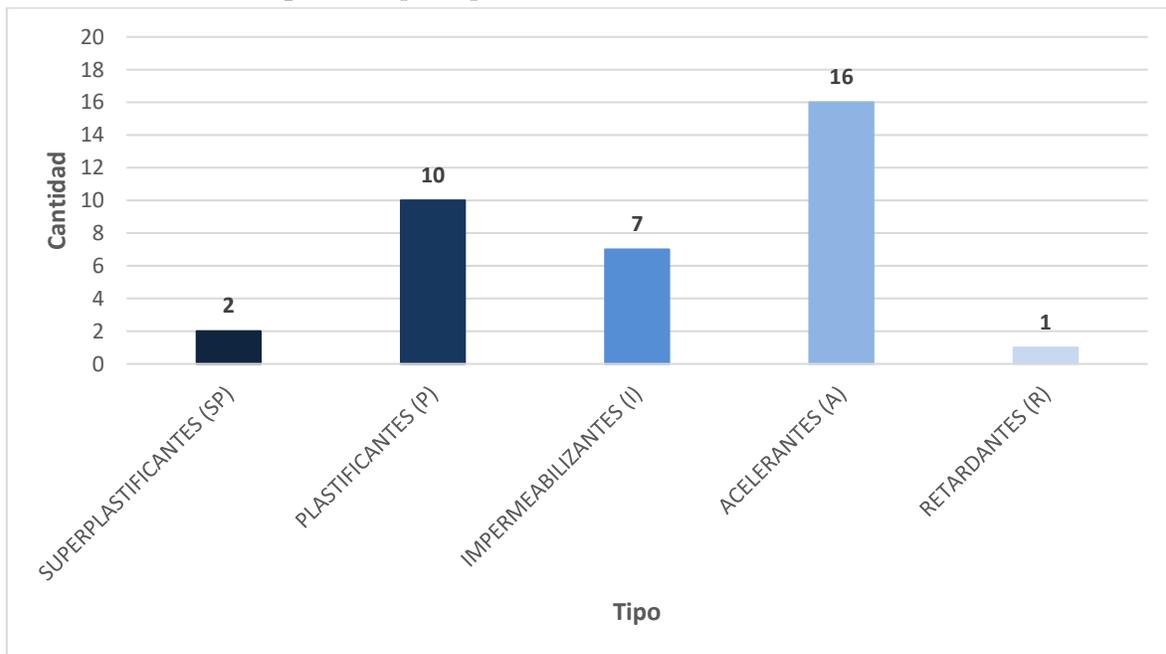
ESTUDIO N°	NOMBRE DEL ADITIVO	TIPO				
		SP	P	I	A	R
1	Sika WT-100			X		
	Sika 1 Líquido			X		
	Sika 1 En Polvo			X		
2	Zeta-1			X		
	Sika® - 1			X		
3	Chema 3 (Anti-deslave)				X	
4	Sika® - 3				X	
	Sikament® - 290N		X			
5	Sikament® - 290N		X			
6	Z Fragua #5				X	
	Accelguard 90				X	
7	Accelguard 80 Euco				X	
	Sika Cem Acelerante PE				X	
8	Z Fragua #5				X	
	Chema 3				X	
	Sika Cem Acelerante PE				X	
9	Sika Retarder PE					X
10	Chema 3 Líquido				X	
11	Sika Fume ³⁴			X		
	Euco Awa ³⁶			X		
12	Rheobuild 1000	X				
13	Sika Viscoflow 50	X				
	Chema Plast		X			
14	Sika Plastimet HE 98		X			
	Chema Plast		X			
	Euro WR 91		X			
15	Sika® - 3				X	
	Chema 3				X	
16	Sika Rapid® 1				X	
	Z Fragua #5				X	
17	Sikament® - 290N		X			

	Chemament 400	X	
18	Chematard 400	X	
19	Chema 5		X
	Sika® - 3		X
20	Ulmen	X	

Nota: esta tabla muestra los aditivos químicos clasificados por tipo. SP (superplastificantes), P (plastificantes), I (impermeabilizantes), A (acelerantes) y R (retardantes).

Figura 5

Cantidad de aditivos químicos por tipo



Nota: la figura muestra la cantidad de aditivos químicos clasificados por tipo, haciendo un total de 36 aditivos clasificados en 5 grupos.

Los resultados obtenidos producto de la clasificación de aditivos químicos por tipo, se tiene que la mayor cantidad representa el tipo Acelerantes (A), con 16 aditivos, seguidos del tipo plastificantes con 10 aditivos. Se tiene en total 36 tipos de aditivos.

Cabe indicar que solo se hizo esta clasificación para los aditivos químicos, debido a que son productos fabricados los cuales cuentan con una determinada Ficha Técnica.

3.4. Resistencia a la compresión del concreto para los diferentes tipos de aditivos

(químicos, orgánicos e inorgánicos)

GRUPO A: ADITIVOS QUÍMICOS

Tabla 13

Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos químicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA			f'c (kg/cm ²) PATRÓN		
		EDADES			EDADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
SUPERPLASTIFICANTES							
Rheobuild 1000	0.65 lt/100kg	178.63		262.80	176.30		241.83
	1.10 lt/100kg	186.30		282.23			
	1.60 lt/100kg	177.56		248.69			
Sika Viscoflow 50	1.00%	294.05	324.18	391.20	222.59	242.05	289.24
PLASTIFICANTES							
Sikament® - 290N	0.50%	380.73	389.65	523.93			
Sikament® - 290N	0.70%	273.41	337.37	436.07	158.00	183.70	229.70
	1.05%	264.50	326.09	464.80			
	1.40%	261.31	322.71	418.06			
	1.00%	219.36	237.27	305.29			
Sika Plastimet HE 98	0.40%	220.00		267.00	189.00		243.00
	0.80%	254.00		288.00			
	1.20%	243.00		282.00			
	1.60%	237.00		274.00			
	0.40%	210.00		254.00			
Chema Plast	0.80%	217.00		262.00			
	1.20%	229.00		269.00			
	1.60%	244.00		281.00			
	2.00%	235.00		276.00			
	2.40%	232.00		274.00			
Euro WR 91	0.40%	259.00		305.00	189.00		243.00
	0.80%	225.00		268.00			
Sikament® - 290N	0.70%	219.00	259.00	271.00	175.00	202.00	238.00
	1.05%	212.00	233.00	235.00			
	1.40%	189.00	205.00	227.00			
Chemament 400	0.70%	237.00	285.00	307.00			
	1.35%	223.00	234.00	260.00			
	2.00%	211.00	215.00	250.00			
Chematard 400	0.20%	147.63	180.21	212.18	147.35	179.11	210.36
	0.275%	147.74	180.69	213.16			

	0.35%	147.94	180.72	216.22			
Ulmen	1.20%	196.77	211.83	233.35	187.96	226.48	212.28

Tabla 14

Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos químicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA			f'c (kg/cm ²) PATRÓN		
		EADADES			EADADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
IMPERMEABILIZANTES							
Sika WT-100	2.00%	214.00	241.00	252.00	139.00	194.00	211.00
Sika 1 Líquido	2.00%	186.00	229.00	242.00			
	3.00%	185.00	218.00	231.00			
	4.00%	184.00	211.00	228.00			
Sika 1 En Polvo	2.40%	198.00	233.00	250.00			
Zeta-1	1.00%	144.92	218.15	249.88	162.00	194.56	219.81
	3.00%	124.37	204.49	236.97			
	5.00%	96.39	191.87	233.83			
Sika® - 1	1.00%	129.78	220.18	279.04			
	3.00%	147.99	241.18	296.32			
	5.00%	143.07	221.10	252.65			
Sika Fume ³⁴	5.00%	166.50	196.40	219.37	143.60	172.03	191.36
	10.00%	176.03	208.31	234.50			
	15.00%	190.39	225.33	253.50			
Euco Awa ³⁶	0.65 lt/100kg	160.03	190.08	214.61			
	1.37 lt/100kg	171.84	201.76	226.55			
	2.10 lt/100kg	174.66	211.85	235.80			
ACELERANTES							
Chema 3 (Anti-deslave)	8.00%	183.10	211.15	251.46	209.93	238.13	271.89
	10.00%	203.02	222.24	265.82			
	12.00%	152.19	204.45	224.60			
Sika® - 3	2.00%	320.26	354.53	368.19	256.07	300.08	383.56
Z Fragua #5	2.00%	223.00	250.00	267.00	186.00	224.00	248.00
	4.00%	202.00	238.00	256.00			
	6.00%	193.00	227.00	251.00			
Accelguard 90	2.00%	224.00	250.00	274.00			
	4.00%	248.00	275.00	293.00			

Tabla 15

Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos químicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 3)

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA EDADES			f'c (kg/cm ²) PATRÓN EDADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Accelguard 80 Euco	6.00%	218.00	242.00	261.00			
	1.00%	219.64		249.08	179.10		220.73
	1.50%	239.85		267.51			
Sika Cem Acelerante PE	2.00%	268.00		271.75			
	1.00%	214.56		236.28			
	1.50%	235.46		262.93			
Z Fragua #5	2.00%	261.45		266.41			
	2.50%	207.59	219.89	224.89	150.32	186.42	211.50
	3.00%	216.45	229.78	232.93			
Chema 3	3.50%	221.62	236.81	238.81			
	2.50%	206.58	218.16	223.49			
	3.00%	215.45	228.10	231.54			
Sika Cem Acelerante PE	3.50%	220.14	235.88	237.92			
	2.50%	209.02	221.91	225.17	150.32	186.42	211.50
	3.00%	218.15	231.87	233.62			
Chema 3 Líquido	3.50%	222.30	238.14	239.42			
	3.00%	185.73	201.67	226.58	140.23	184.13	206.59
	Ad:Ag=1:9	175.72	195.28	270.98	165.88	185.92	252.59
Sika® - 3							
Chema 3	1.00 lt/bls	177.31	195.83	260.10			
Sika Rapid® 1	1.00%	224.7	259.40	289.40	189.30	215.40	247.80
	1.50%	237.3	258.90	274.60			
	2.00%	226.2	249.10	281.30			
	2.50%	206	243.90	243.90			
	1.00%	197.7	236.30	264.80			
Z Fragua #5	1.50%	219.4	261.00	288.50			
	2.00%	210.5	260.10	288.30			
	2.50%	208	262.50	262.50			
	4.60%	185.3	203.55	222.40	147.53	182.33	218.18
Sika® - 3	5.56%	213.53	230.05	241.98			
RETARDANTES							
Sika Retarder PE	0.20%	151.82	172.97	208.77	280.40	194.49	195.64
	0.40%	183.17	206.22	209.81			
	0.60%	195.47	218.69	229.54			
	0.80%	204.47	214.60	243.06			
	1.00%	185.47	218.33	244.82			

Nota: la Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15, muestran la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos químicos en su porcentaje o dosis empleada, y su resistencia patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días, clasificados por tipo.

Figura 6

$f'c$ para aditivos químicos a la edad de 28 días (bloque 1)

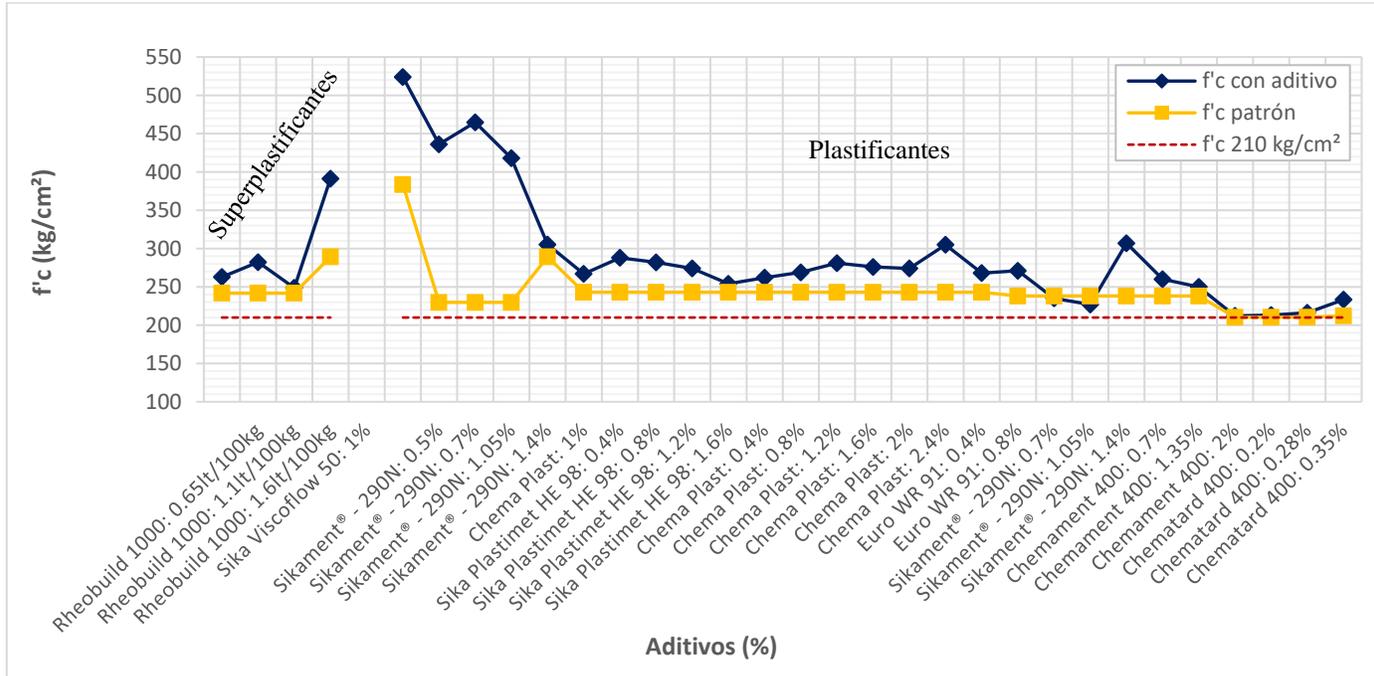


Figura 7

$f'c$ para aditivos químicos a la edad de 28 días (bloque 2)

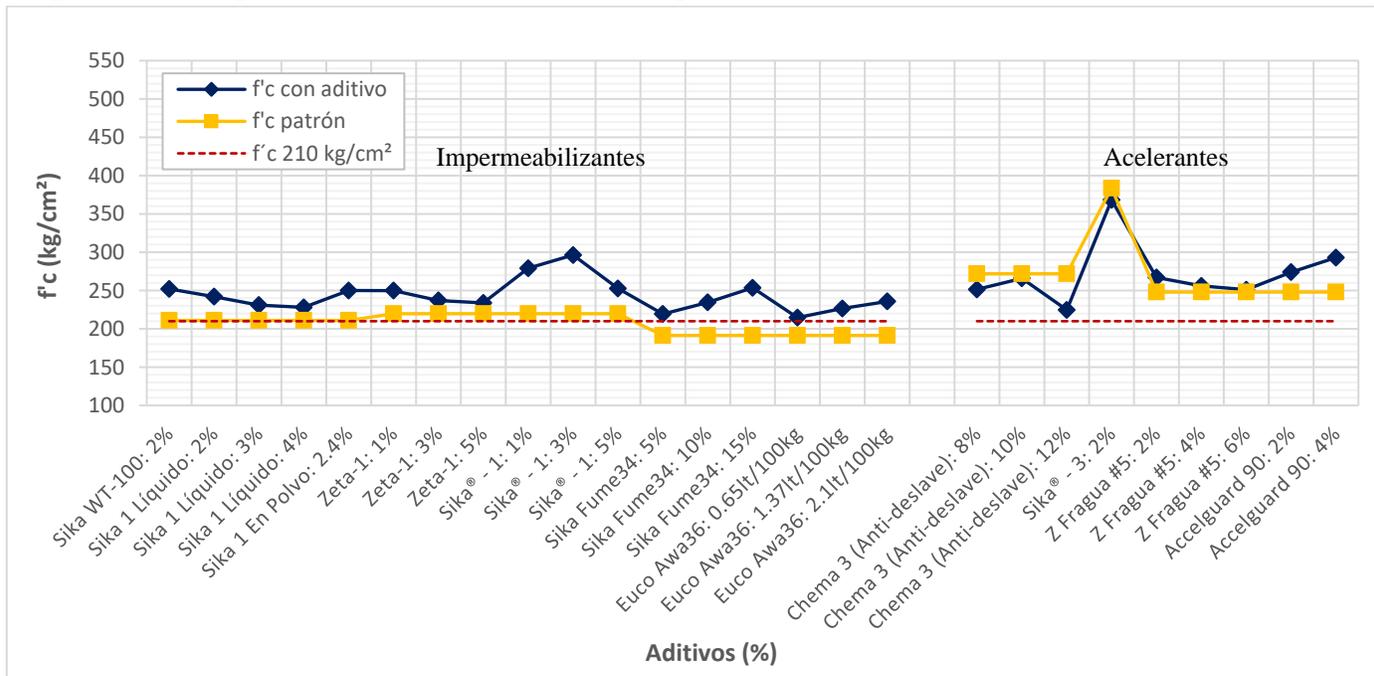
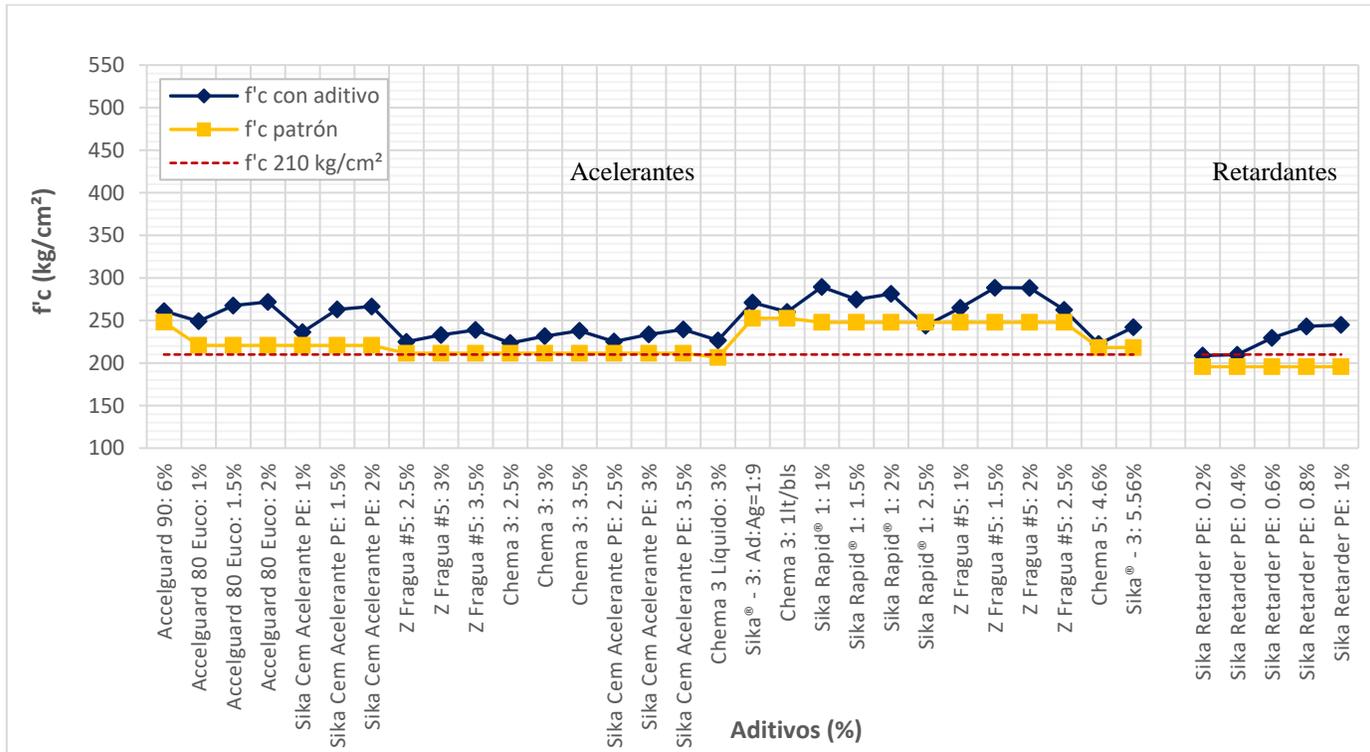


Figura 8

$f'c$ para aditivos químicos a la edad de 28 días (bloque 3)



Nota: la Figura 5, Figura 6 y Figura 7, muestran la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos químicos en su porcentaje o dosis empleada, su resistencia patrón (sin aditivos) y la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a la edad de 28 días, para cada una de las clasificaciones respectivas.

A nivel del grupo de Aditivos Químicos, se puede precisar que absolutamente todos los aditivos químicos analizados a la edad de 28 días, superan claramente su resistencia de diseño y en su gran mayoría su resistencia patrón. Por otro lado, dentro de cada tipo clasificado se puede evidenciar que los aditivos de la marca sika, son los que mayor valor de resistencia a la compresión presentan.

Los aditivos: Sika Viscoflow 50 (1%) con $f'c=391.20 \text{ kg/cm}^2$, Sikament®-290N (1.05%) con $f'c=464.80 \text{ kg/cm}^2$, Sika®-1 (3%) con $f'c=296.32 \text{ kg/cm}^2$, Accelguard 80 Euco (2%) con $f'c=271.75 \text{ kg/cm}^2$ y Sika Retarder PE (1%) con $f'c=244.82 \text{ kg/cm}^2$, son los que presentan la mayor resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, para los tipos

Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes, Acelerantes y Retardantes, respectivamente, respecto a la resistencia patrón.

Del mismo modo, los aditivos: Sika Viscoflow 50 (1%) con $f'c=391.20 \text{ kg/cm}^2$, Sikament®-290N (0.5%) con $f'c=523.93 \text{ kg/cm}^2$, Sika®-1 (3%) con $f'c=296.32 \text{ kg/cm}^2$, Sika®-3 (2%) con $f'c=368.19 \text{ kg/cm}^2$ y Sika Retarder PE (1%) con $f'c=244.82 \text{ kg/cm}^2$, son los que presentan la mayor resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días, para los tipos Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes, Acelerantes y Retardantes, respectivamente, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

GRUPO B: ADITIVOS ORGÁNICOS

Tabla 16

Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos orgánicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS ORGÁNICOS	% / DOSIS	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{) OBTENIDA$			$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{) PATRÓN$		
		EIDADES			EIDADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Grafeno	1.00%	191.81	228.14	240.08	162.72	205.50	216.71
	1.50%	191.44	229.67	241.20			
	2.00%	191.96	231.30	254.31			
Caucho Reciclado	5.00%		220.00	236.00		240.00	276.00
	10.00%		153.00	207.00			
	15.00%		134.00	181.00			
Fibra de Bagazo de Caña	0.50%	147.65	203.72	230.28	139.14	190.16	212.56
	1.00%	70.34	140.12	153.75			
	2.50%	26.65	47.90	52.46			
Fibra de Cabuya de 2.5cm	0.25%	114.11	152.25	192.48	158.41	199.47	230.66
	0.50%	99.18	138.83	171.47			
	0.75%	80.88	114.10	144.46			
	1.00%	44.56	63.48	97.27			
Fibra de Cabuya de 8.0cm	0.25%	104.80	144.12	183.18			
	0.50%	90.98	135.57	169.31			
	0.75%	67.64	111.09	142.04			
	1.00%	35.75	56.84	91.91			

Ceniza de Rastrojo de Maíz	2.50%	181.68	212.92	257.86	120.33	158.73	197.28
	5.00%	187.27	222.59	267.59			
	7.50%	253.11	288.03	290.95			
Cáscara de Huevo	2.00%	310.30	350.35	383.50	223.85	295.96	322.88
	15.00%	232.90	294.70	335.20			
	20.00%	246.55	287.80	313.40			

Tabla 17

Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos orgánicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS ORGÁNICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA			f'c (kg/cm ²) PATRÓN		
		EIDADES			EIDADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Aditivo Biológico	30.00%	149.18		154.69	123.39		132.77
	60.00%	128.69		134.40			
	100.00%	74.34		81.48			
Escoria de Carbón	10.00%	382.00	351.80	428.28	280.42	353.84	382.39
	20.00%	301.52	352.40	430.36			
	30.00%	254.93	311.01	407.89			
	50.00%	152.96	193.75	275.32			
Caucho Reciclado	5.00%	152.92	176.95	218.45	164.30	197.95	219.06
	10.00%	152.88	180.49	212.34			
	15.00%	149.16	169.04	198.88			
Polvo Residual Orgánico	5.00%			585.01			514.85
	10.00%			583.69			
	15.00%			357.51			
	20.00%			212.51			
Jugo de Figue	3.00%	163.16	234.54	254.93	214.14	244.73	275.32
	5.00%	193.75	254.93	254.93			
	10.00%	122.37	178.45	163.16			
Grafito	2.00%	203.00	261.00	293.00	201.00	257.00	230.00
	2.50%	205.00	265.50	297.50			
	3.00%	211.00	274.00	302.00			
Fibra de Betarraga	1.50%	295.00	338.00	401.00	283.00	333.00	388.00
	3.00%	281.00	345.00	410.00			
	6.00%	300.00	351.00	419.00			
Fibra Natural de Coco	3.00%	141.00	174.50	211.00	161.00	183.80	234.00
	5.00%	135.00	171.20	204.00			
	8.00%	127.00	163.10	168.00			
Sábila	15.00%	121.42	135.95	151.06	131.59	191.15	212.39
	30.00%	109.52	130.19	144.65			

Nota: la Tabla 16 y Tabla 17, muestran la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos orgánicos en su porcentaje o dosis empleada, y su resistencia patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días.

Figura 9

$f'c$ para aditivos orgánicos a la edad de 28 días (bloque 1)

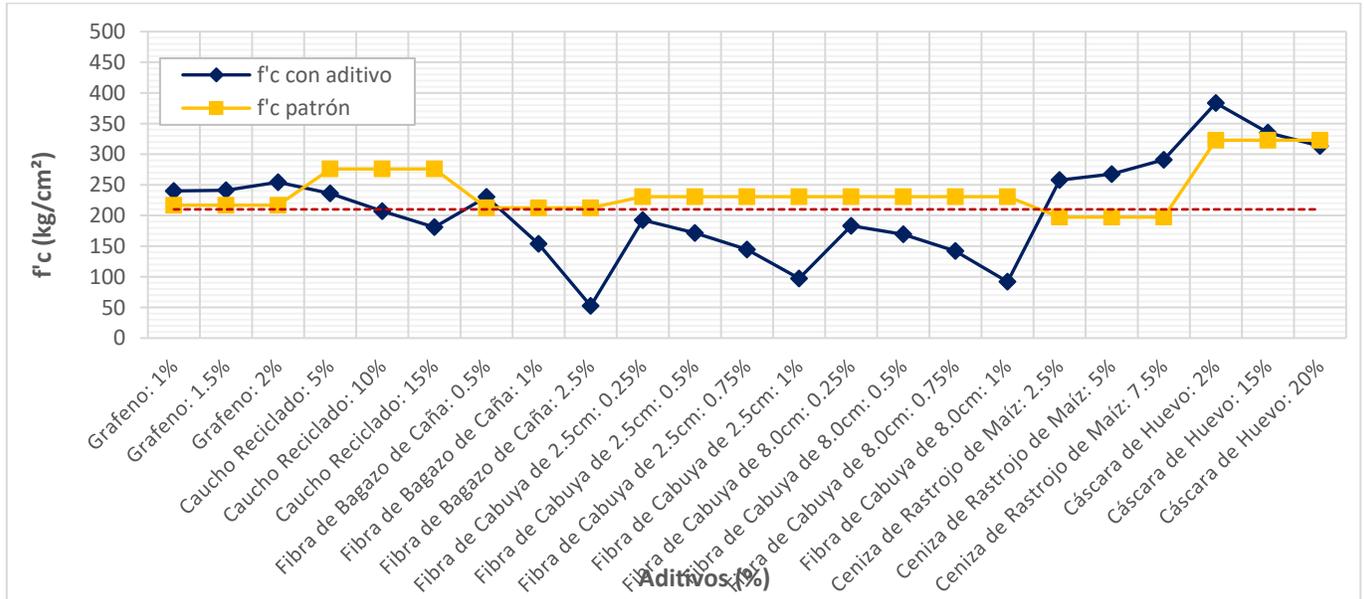
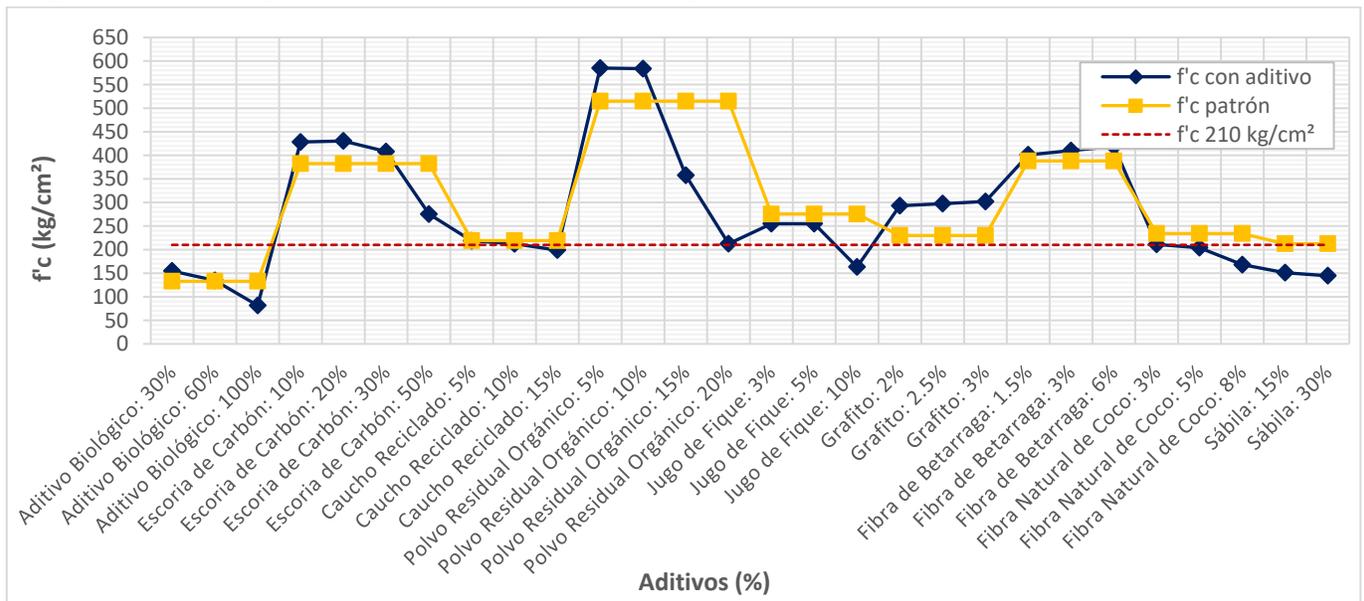


Figura 10

$f'c$ para aditivos orgánicos a la edad de 28 días (bloque 2)



Nota: la Figura 8 y Figura 9, muestran la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos orgánicos en su porcentaje o dosis empleada, su resistencia patrón (sin aditivos) y la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a la edad de 28 días.

Dentro del grupo de Aditivos Orgánicos, se puede precisar que el aditivo Polvo Residual Orgánico en porcentajes de 5% y 10%, presentan la mayor resistencia a la compresión del concreto con valores de 585.01 kg/cm^2 y 583.69 kg/cm^2 respectivamente, a la edad de 28 días, estando muy por encima de su resistencia patrón y de su resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Seguido del aditivo Fibra de Betarraga en porcentajes de 1.5%, 3% y 6%, y del aditivo Escoria de Carbón en porcentajes del 10%, 20% y 30%, cuyos valores de resistencia a la compresión, son superiores a los 400 kg/cm^2 , del mismo modo alcanza una resistencia claramente elevada superior a los 350 kg/cm^2 , el aditivo Cáscara de Huevo en un porcentaje del 2%.

En síntesis, se puede presenciar en las figuras que son pocos los aditivos orgánicos analizados que alcanzan resistencias elevadas, incluso se evidencia que muchos aditivos están por debajo de su resistencia patrón y de su resistencia de diseño.

GRUPO C: ADITIVOS INORGÁNICOS

Tabla 18

Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos inorgánicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS INORGÁNICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA			f'c (kg/cm ²) PATRÓN		
		EDADES			EDADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Dramix® 3D 80/60 BG	1.00%	195.55	262.47	283.74	148.88	170.25	218.04
	1.50%	210.27	268.14	298.22			
Sika® Fiber CHO 80/60 NB	1.00%	193.97	257.66	277.79	170.90	193.94	230.13
	1.50%	204.46	266.71	292.84			
Fibra de Vidrio	2.00%	153.32	181.54	251.41	129.76	172.14	217.11
	4.00%	111.57	171.17	199.37			
	6.00%	91.50	119.76	186.60			
Fibra de Acero	2.00%	119.85	174.09	238.05	123.65	168.50	
Vidrio Molido	3.00%		129.56	173.80			
	5.00%		114.58	204.38			
	7.00%		121.51	179.41			
Vidrio Tamizado	3.00%		185.42	226.91	144.92	182.50	215.14
	5.00%		161.06	169.62			
	7.00%		146.69	161.26			
Vidrio Granular	3.00%		160.45	140.77	160.00	181.00	213.00
	5.00%		203.87	223.24			
	7.00%		222.63	201.12			
Fibra de Acero Dramix 3D	1.00%	166.95	185.11	207.12	429.30	493.54	
	2.00%	203.04	232.07	236.30			
	3.00%	206.37	208.59	235.83			
	4.00%	156.10	190.12	196.33			
Microsílice (Sika Fume)	5.00%	219.00	236.00	301.00	415.02	577.16	
	7.50%	277.00	303.00	356.00			
	10.00%	316.00	356.00	441.00			
Filler	30.00%	277.36		415.02	698.51	520.06	
Metacaolín	10.00%	458.87		577.16			
Microsílice	5.00%	462.95		698.51			
Cerámico Blanco	5.00%	397.69		520.06			

Tabla 19
Resistencia a la compresión del concreto obtenida (con aditivos inorgánicos) y patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS INORGÁNICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA			f'c (kg/cm ²) PATRÓN		
		EIDADES			EIDADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Metacaolín	10.00%	387.49		458.87	356.90		438.48
	20.00%	418.08		530.25			
	30.00%	254.93		326.31			
Nanosflice	1.80%	498.64		537.39	346.70		461.93
	1.50%	529.23		573.08			
Fibra de Acero Dramix	20.00 kg/m ³	229.00	296.50	352.70	262.20	363.90	386.40
	25.00 kg/m ³	244.30	310.50	441.90			
	35.00 kg/m ³	290.10	348.10	414.60			
Fibra de Acero Wirand	20.00 kg/m ³	245.70	331.30	399.80			
	25.00 kg/m ³	297.40	407.10	424.30			
	35.00 kg/m ³	212.00	292.20	382.20			
Fibra de Acero Wirand FF3	10.00 kg/m ³	175.00	236.00	270.00	138.00	185.00	211.00
	20.00 kg/m ³	202.00	250.00	285.00			
	30.00 kg/m ³	156.00	232.00	285.00			
Plásticos (PET)	5.00%	139.81	158.87	183.76	176.06	193.36	215.19
	10.00%	123.83	134.71	145.74			
	15.00%	89.80	102.16	111.30			
Zeolita más Cal Hidratado	5.00%	227.03	253.69	275.89	234.83	254.43	270.75
	10.00%	216.79	250.20	277.11			
	15.00%	192.28	224.26	259.95			
Cuarzo	25.00%	167.48		242.82	153.60		213.26
	50.00%	123.23		187.80			
	100.00%	104.26		202.59			
Caolín	5.00%	138.87	194.28	277.01	160.58	178.61	209.80
	10.00%	130.82	224.48	368.98			
	15.00%	108.85	244.49	392.45			

Nota: la Tabla 18 y Tabla 19, muestran la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos inorgánicos en su porcentaje o dosis empleada, y su resistencia patrón (sin aditivos) a las edades de 7, 14 y 28 días.

Figura 11

$f'c$ para aditivos inorgánicos a la edad de 28 días (bloque 1)

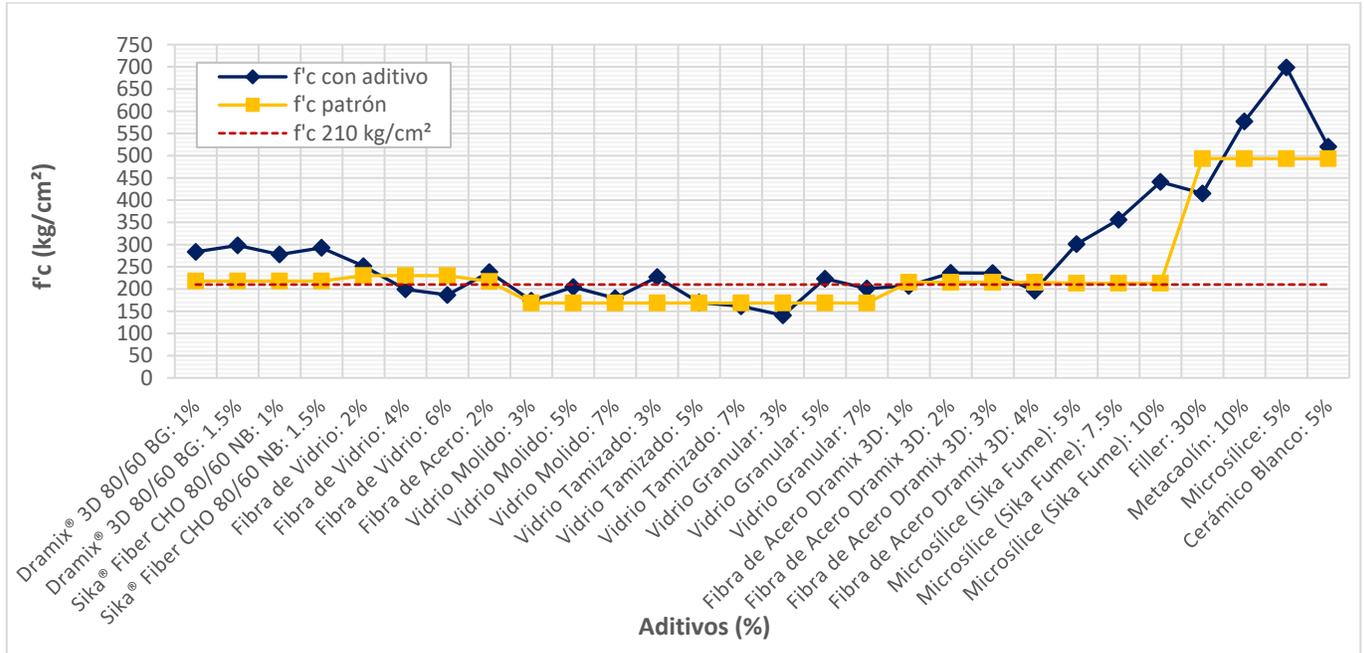
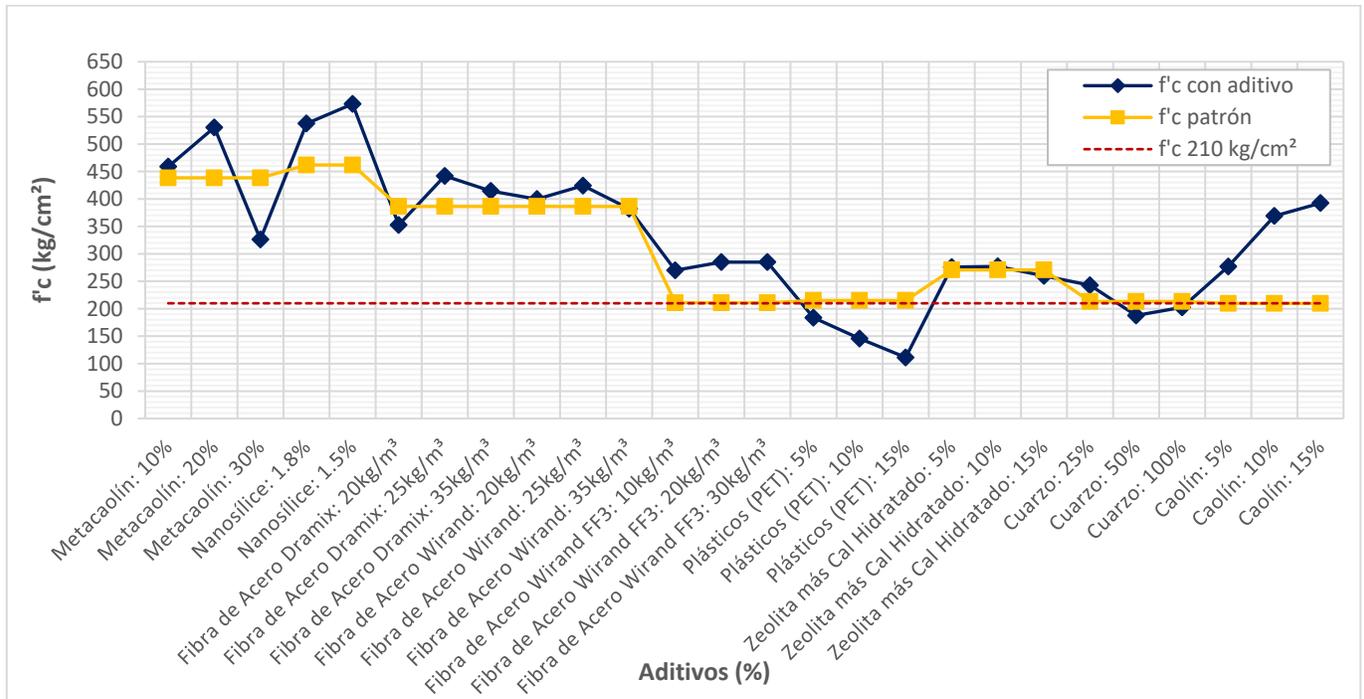


Figura 12

$f'c$ para aditivos inorgánicos a la edad de 28 días (bloque 2)



Nota: la Figura 10 y Figura 11, muestran la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos inorgánicos en su porcentaje o dosis empleada, su resistencia patrón (sin aditivos) y la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a la edad de 28 días.

Dentro del grupo de Aditivos Inorgánicos, se puede precisar que el aditivo Microsílice en porcentaje de 5%, presentan la mayor resistencia a la compresión del concreto con un valor de 698.51 kg/cm², a la edad de 28 días, estando muy por encima de su resistencia patrón y de su resistencia de diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Seguido del aditivo Metacaolín en porcentajes del 10% y 20% y del aditivo Nanosílice en porcentajes del 1.8% y 1.5%, cuyos valores de resistencia a la compresión, son superiores a los 450 kg/cm².

En síntesis, se puede presenciar en las figuras que son pocos los aditivos inorgánicos analizados que alcanzan resistencias elevadas, muchos de los aditivos presentan resistencias levemente por encima de su resistencia patrón y de diseño e incluso están por debajo de dichos parámetros.

3.5. Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto para los diferentes tipos de aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), respecto a la resistencia patrón.

GRUPO A: ADITIVOS QUÍMICOS

Tabla 20

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) PATRÓN 7 DÍAS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	f'c (kg/cm ²) PATRÓN 28 DÍAS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
SUPERPLASTIFICANTES							
Rheobuild 1000	0.65 lt/100kg	176.30	178.63	1.32%	241.83	262.80	8.67%
	1.10 lt/100kg	176.30	186.30	5.67%	241.83	282.23	16.71%
	1.60 lt/100kg	176.30	177.56	0.71%	241.83	248.69	2.84%
Sika Viscoflow 50	1.00%	222.59	294.05	32.10%	289.24	391.20	35.25%
PLASTIFICANTES							
Sikament® - 290N	0.50%	256.07	380.73	48.68%	383.56	523.93	36.60%
Sikament® - 290N	0.70%	158.00	273.41	73.04%	229.70	436.07	89.84%
	1.05%	158.00	264.50	67.41%	229.70	464.80	102.35%
	1.40%	158.00	261.31	65.39%	229.70	418.06	82.00%
Chema Plast	1.00%	222.59	219.36	-1.45%	289.24	305.29	5.55%
Sika Plastimet HE 98	0.40%	189.00	220.00	16.40%	243.00	267.00	9.88%
	0.80%	189.00	254.00	34.39%	243.00	288.00	18.52%
	1.20%	189.00	243.00	28.57%	243.00	282.00	16.05%
	1.60%	189.00	237.00	25.40%	243.00	274.00	12.76%
Chema Plast	0.40%	189.00	210.00	11.11%	243.00	254.00	4.53%
	0.80%	189.00	217.00	14.81%	243.00	262.00	7.82%
	1.20%	189.00	229.00	21.16%	243.00	269.00	10.70%
	1.60%	189.00	244.00	29.10%	243.00	281.00	15.64%
	2.00%	189.00	235.00	24.34%	243.00	276.00	13.58%
	2.40%	189.00	232.00	22.75%	243.00	274.00	12.76%
Euro WR 91	0.40%	189.00	259.00	37.04%	243.00	305.00	25.51%
	0.80%	189.00	225.00	19.05%	243.00	268.00	10.29%
Sikament® - 290N	0.70%	175.00	219.00	25.14%	238.00	271.00	13.87%
	1.05%	175.00	212.00	21.14%	238.00	235.00	-1.26%
	1.40%	175.00	189.00	8.00%	238.00	227.00	-4.62%
Chemament 400	0.70%	175.00	237.00	35.43%	238.00	307.00	28.99%

	1.35%	175.00	223.00	27.43%	238.00	260.00	9.24%
	2.00%	175.00	211.00	20.57%	238.00	250.00	5.04%
Chemataard 400	0.20%	147.35	147.63	0.19%	210.36	212.18	0.87%
	0.275%	147.35	147.74	0.26%	210.36	213.16	1.33%
	0.35%	147.35	147.94	0.40%	210.36	216.22	2.79%
Ulmen	1.20%	187.96	196.77	4.69%	212.28	233.35	9.93%

Tabla 21

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c	f'c	% de Incremento	f'c	f'c	% de Incremento
		(kg/cm ²) PATRÓN 7 DÍAS	(kg/cm ²) OBTENIDA 7 DÍAS		(kg/cm ²) PATRÓN 28 DÍAS	(kg/cm ²) OBTENIDA 28 DÍAS	
IMPERMEABILIZANTES							
Sika WT-100	2.00%	139.00	214.00	53.96%	211.00	252.00	19.43%
Sika 1 Líquido	2.00%	139.00	186.00	33.81%	211.00	242.00	14.69%
	3.00%	139.00	185.00	33.09%	211.00	231.00	9.48%
	4.00%	139.00	184.00	32.37%	211.00	228.00	8.06%
Sika 1 En Polvo	2.40%	139.00	198.00	42.45%	211.00	250.00	18.48%
Zeta-1	1.00%	162.00	144.92	-10.54%	219.81	249.88	13.68%
	3.00%	162.00	124.37	-23.23%	219.81	236.97	7.81%
	5.00%	162.00	96.39	-40.50%	219.81	233.83	6.38%
Sika® - 1	1.00%	162.00	129.78	-19.89%	219.81	279.04	26.95%
	3.00%	162.00	147.99	-8.65%	219.81	296.32	34.81%
	5.00%	162.00	143.07	-11.69%	219.81	252.65	14.94%
Sika Fume ³⁴	5.00%	143.60	166.50	15.95%	191.36	219.37	14.64%
	10.00%	143.60	176.03	22.58%	191.36	234.50	22.54%
	15.00%	143.60	190.39	32.58%	191.36	253.50	32.47%
Euco Awa ³⁶	0.65 lt/100kg	143.60	160.03	11.44%	191.36	214.61	12.15%
	1.37 lt/100kg	143.60	171.84	19.67%	191.36	226.55	18.39%
	2.10 lt/100kg	143.60	174.66	21.63%	191.36	235.80	23.22%
ACELERANTES							
Chema 3 (Anti-deslave)	8.00%	209.93	183.10	-12.78%	271.89	251.46	-7.51%
	10.00%	209.93	203.02	-3.29%	271.89	265.82	-2.23%
	12.00%	209.93	152.19	-27.50%	271.89	224.60	-17.39%
Sika® - 3	2.00%	256.07	320.26	25.07%	383.56	368.19	-4.01%
Z Fragua #5	2.00%	186.00	223.00	19.89%	248.00	267.00	7.66%
	4.00%	186.00	202.00	8.60%	248.00	256.00	3.23%
	6.00%	186.00	193.00	3.76%	248.00	251.00	1.21%
Accelguard 90	2.00%	186.00	224.00	20.43%	248.00	274.00	10.48%
	4.00%	186.00	248.00	33.33%	248.00	293.00	18.15%

Tabla 22

*Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos
químicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 3)*

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c	f'c	% de Incremento	f'c	f'c	% de Incremento
		(kg/cm ²) PATRÓN 7 DÍAS	(kg/cm ²) OBTENIDA 7 DÍAS		(kg/cm ²) PATRÓN 28 DÍAS	(kg/cm ²) OBTENIDA 28 DÍAS	
Accelguard 80 Euco	6.00%	186.00	218.00	17.20%	248.00	261.00	5.24%
	1.00%	179.10	219.64	22.64%	220.73	249.08	12.84%
	1.50%	179.10	239.85	33.92%	220.73	267.51	21.19%
	2.00%	179.10	268.00	49.64%	220.73	271.75	23.11%
Sika Cem Acelerante PE	1.00%	179.10	214.56	19.80%	220.73	236.28	7.04%
	1.50%	179.10	235.46	31.47%	220.73	262.93	19.12%
	2.00%	179.10	261.45	45.98%	220.73	266.41	20.69%
Z Fragua #5	2.50%	150.32	207.59	38.10%	211.50	224.89	6.33%
	3.00%	150.32	216.45	43.99%	211.50	232.93	10.13%
	3.50%	150.32	221.62	47.43%	211.50	238.81	12.91%
Chema 3	2.50%	150.32	206.58	37.43%	211.50	223.49	5.67%
	3.00%	150.32	215.45	43.33%	211.50	231.54	9.48%
	3.50%	150.32	220.14	46.45%	211.50	237.92	12.49%
Sika Cem Acelerante PE	2.50%	150.32	209.02	39.05%	211.50	225.17	6.46%
	3.00%	150.32	218.15	45.12%	211.50	233.62	10.46%
	3.50%	150.32	222.30	47.88%	211.50	239.42	13.20%
Chema 3 Líquido	3.00%	140.23	185.73	32.45%	206.59	226.58	9.68%
Sika® - 3	Ad:Ag=1:9	165.88	175.72	5.93%	252.59	270.98	7.28%
Chema 3	1.00 lt/bls	165.88	177.31	6.89%	252.59	260.10	2.97%
Sika Rapid® 1	1.00%	189.30	224.70	18.70%	247.80	289.40	16.79%
	1.50%	189.30	237.30	25.36%	247.80	274.60	10.82%
	2.00%	189.30	226.20	19.49%	247.80	281.30	13.52%
	2.50%	189.30	206.00	8.82%	247.80	243.90	-1.57%
Z Fragua #5	1.00%	189.30	197.70	4.44%	247.80	264.80	6.86%
	1.50%	189.30	219.40	15.90%	247.80	288.50	16.42%
	2.00%	189.30	210.50	11.20%	247.80	288.30	16.34%
	2.50%	189.30	208.00	9.88%	247.80	262.50	5.93%
Chema 5	4.60%	147.53	185.30	25.60%	218.18	222.40	1.93%
Sika® - 3	5.56%	147.53	213.53	44.74%	218.18	241.98	10.91%
RETARDANTES							
Sika Retarder PE	0.20%	280.40	151.82	-45.86%	195.64	208.77	6.71%
	0.40%	280.40	183.17	-34.68%	195.64	209.81	7.24%
	0.60%	280.40	195.47	-30.29%	195.64	229.54	17.33%

0.80%	280.40	204.47	-27.08%	195.64	243.06	24.24%
1.00%	280.40	185.47	-33.86%	195.64	244.82	25.14%

Nota: la Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos químicos en su porcentaje o dosis empleada, con respecto a la resistencia patrón (sin aditivos), a las edades de 7 y 28 días. Clasificados por tipo.

Figura 13

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 1)

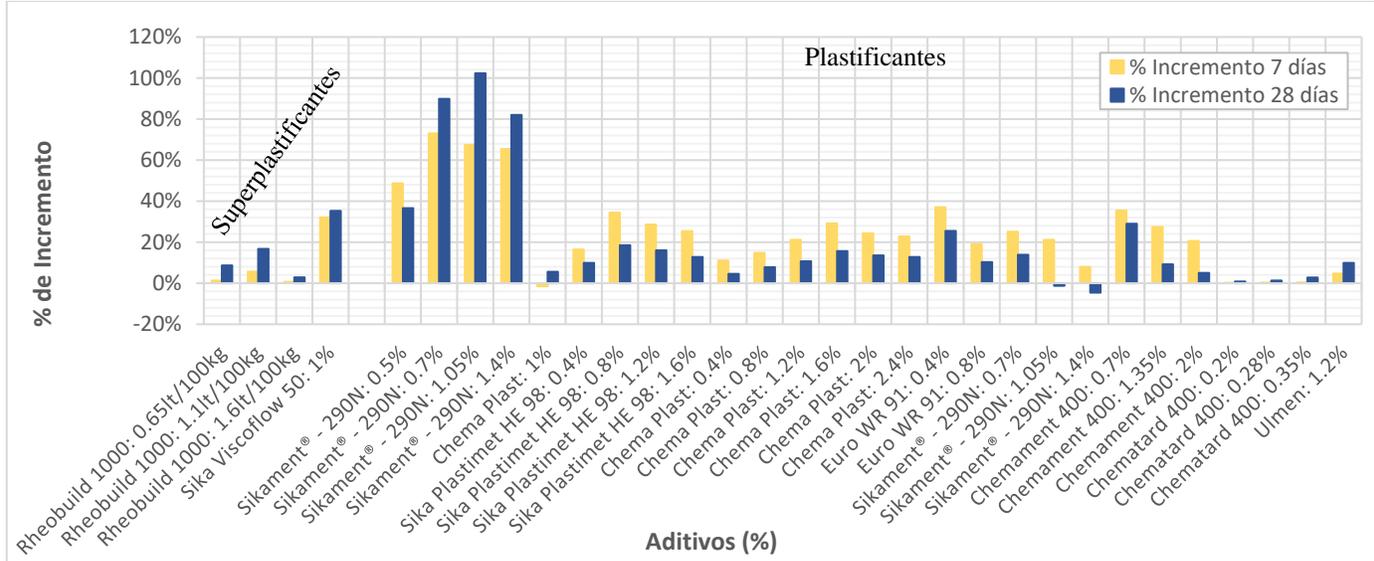


Figura 14

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 2)

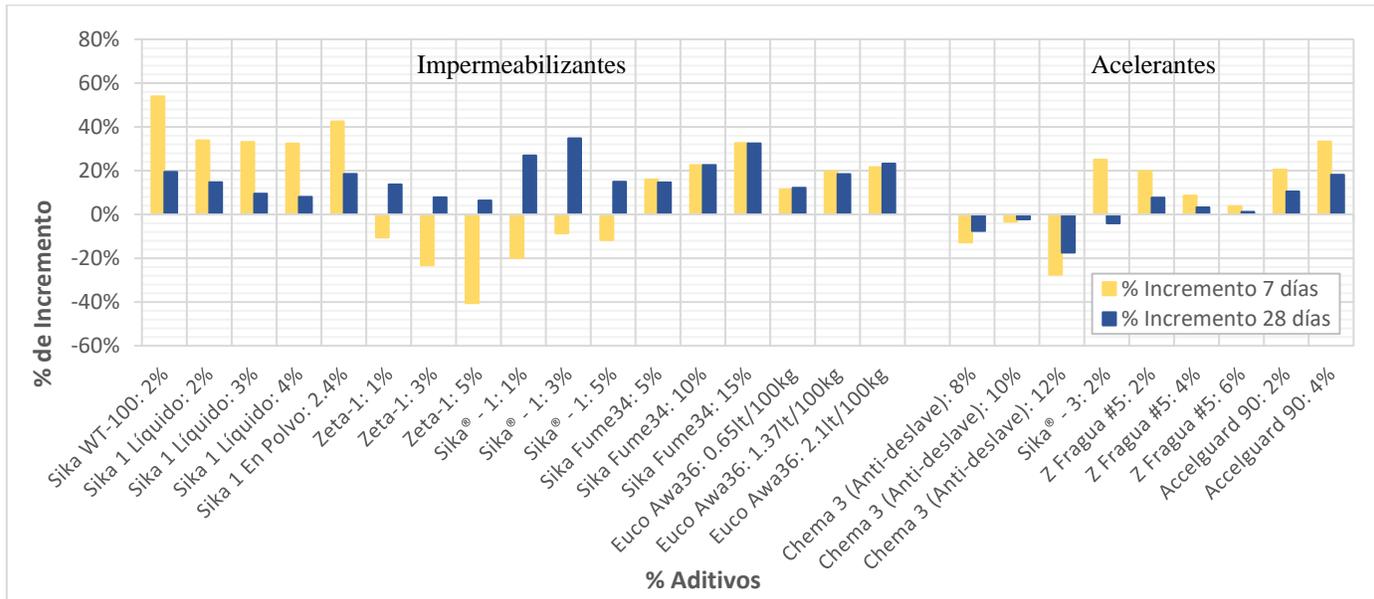
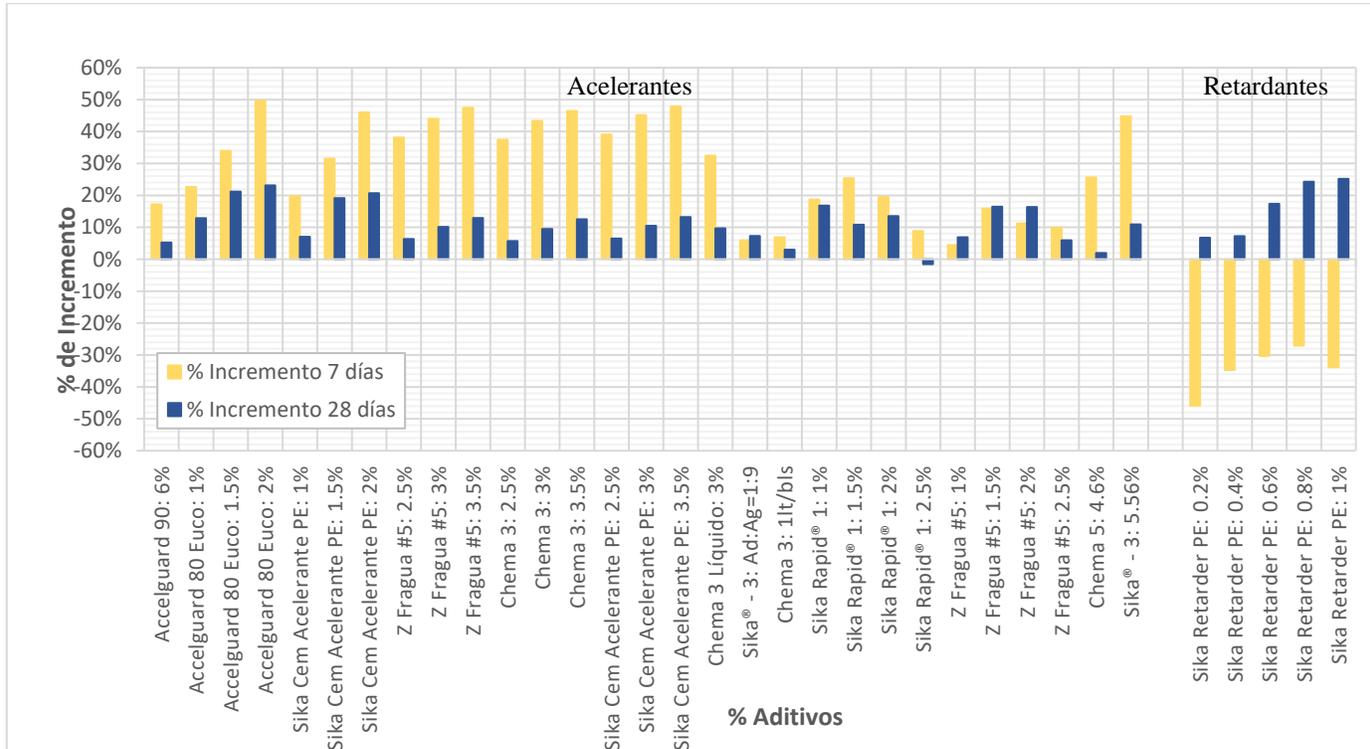


Figura 15

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 3)



Nota: la Figura 12, Figura 13 y Figura 14, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos químicos, respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días, para cada una de las clasificaciones respectivas.

Dentro del grupo de Aditivos Químicos, se evidencia que muchos de ellos logran tener un elevado porcentaje de incremento a la edad de 7 días, del mismo modo, en su gran mayoría estos aditivos logran alcanzar porcentajes considerables de incremento a la edad de 28 días.

Los aditivos: Sika Viscoflow 50 (1%) con 32.10%, Sikament®-290N (0.7%) con 73.04%, Sika WT-100 (2%) con 53.96% y Accelguard 80 Euco (2%) con 49.64%, son los que presentan el mayor porcentaje de incremento a la edad de 7 días, para los tipos Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes y Acelerantes respectivamente, respecto a la resistencia patrón. Cabe indicar que los aditivos Retardantes presentan porcentajes negativos a esta edad.

Los aditivos: Sika Viscoflow 50 (1%) con 35.25%, Sikament®-290N (1.05%) con 102.35%, Sika®-1 (3%) con 34.81%, Accelguard 80 Euco (2%) con 23.11% y Sika Retarder PE (1%) con 25.14%, son los que presentan el mayor porcentaje de incremento a la edad de 28 días, para los tipos Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes, Acelerantes y Retardantes respectivamente, respecto a la resistencia patrón.

GRUPO B: ADITIVOS ORGÁNICOS

Tabla 23

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS ORGÁNICOS	% / DOSIS	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	% de Incremento	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ (kg/cm ²)	% de Incremento
		PATRÓN 7 DÍAS	OBTENIDA 7 DÍAS		PATRÓN 28 DÍAS	OBTENIDA 28 DÍAS	
Grafeno	1.00%	162.72	191.81	17.88%	216.71	240.08	10.78%
	1.50%		191.44	17.65%		241.20	11.30%
	2.00%		191.96	17.97%		254.31	17.35%
Caucho Reciclado	5.00%				276.00	236.00	-14.49%
	10.00%					207.00	-25.00%
	15.00%					181.00	-34.42%
Fibra de Bagazo de Caña	0.50%	139.14	147.65	6.12%	212.56	230.28	8.34%
	1.00%		70.34	-49.45%		153.75	-27.67%
	2.50%		26.65	-80.85%		52.46	-75.32%
Fibra de Cabuya de 2.5cm	0.25%	158.41	114.11	-27.97%	230.66	192.48	-16.55%
	0.50%		99.18	-37.39%		171.47	-25.66%
	0.75%		80.88	-48.94%		144.46	-37.37%
	1.00%		44.56	-71.87%		97.27	-57.83%
Fibra de Cabuya de 8.0cm	0.25%		104.80	-33.84%		183.18	-20.58%
	0.50%		90.98	-42.57%		169.31	-26.60%
	0.75%		67.64	-57.30%		142.04	-38.42%
	1.00%		35.75	-77.43%		91.91	-60.15%

Ceniza de Rastrojo de Maíz	2.50%	120.33	181.68	50.98%	197.28	257.86	30.71%
	5.00%		187.27	55.63%		267.59	35.64%
	7.50%		253.11	110.35%		290.95	47.48%
Cáscara de Huevo	2.00%	223.85	310.30	38.62%	322.88	383.50	18.77%
	15.00%		232.90	4.04%		335.20	3.82%
	20.00%		246.55	10.14%		313.40	-2.94%

Tabla 24

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS ORGÁNICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) PATRÓN 7 DÍAS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	f'c (kg/cm ²) PATRÓN 28 DÍAS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
Aditivo Biológico	30.00%	123.39	149.18	20.90%	132.77	154.69	16.51%
	60.00%		128.69	4.30%		134.40	1.23%
	100.00%		74.34	-39.75%		81.48	-38.63%
Escoria de Carbón	10.00%	280.42	382.00	36.22%	382.39	428.28	12.00%
	20.00%		301.52	7.52%		430.36	12.54%
	30.00%		254.93	-9.09%		407.89	6.67%
	50.00%		152.96	-45.45%		275.32	-28.00%
Caucho Reciclado	5.00%	164.30	152.92	-6.93%	219.06	218.45	-0.28%
	10.00%		152.88	-6.95%		212.34	-3.07%
	15.00%		149.16	-9.21%		198.88	-9.21%
Polvo Residual Orgánico	5.00%				514.85	585.01	13.63%
	10.00%					583.69	13.37%
	15.00%					357.51	-30.56%
	20.00%					212.51	-58.72%
Jugo de Figue	3.00%	214.14	163.16	-23.81%	275.32	254.93	-7.41%
	5.00%		193.75	-9.52%		254.93	-7.41%
	10.00%		122.37	-42.86%		163.16	-40.74%
Grafito	2.00%	201.00	203.00	1.00%	230.00	293.00	27.39%
	2.50%		205.00	1.99%		297.50	29.35%
	3.00%		211.00	4.98%		302.00	31.30%
Fibra de Betarraga	1.50%	283.00	295.00	4.24%	388.00	401.00	3.35%
	3.00%		281.00	-0.71%		410.00	5.67%
	6.00%		300.00	6.01%		419.00	7.99%
Fibra Natural de Coco	3.00%	161.00	141.00	-12.42%	234.00	211.00	-9.83%
	5.00%		135.00	-16.15%		204.00	-12.82%
	8.00%		127.00	-21.12%		168.00	-28.21%
Sábila	15.00%	131.59	121.42	-7.73%	212.39	151.06	-28.88%
	30.00%		109.52	-16.77%		144.65	-31.89%

Nota: la Tabla 23 y Tabla 24, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos orgánicos en su porcentaje o dosis empleada, con respecto a la resistencia patrón (sin aditivos), a las edades de 7 y 28 días.

Figura 16

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos orgánicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 1)

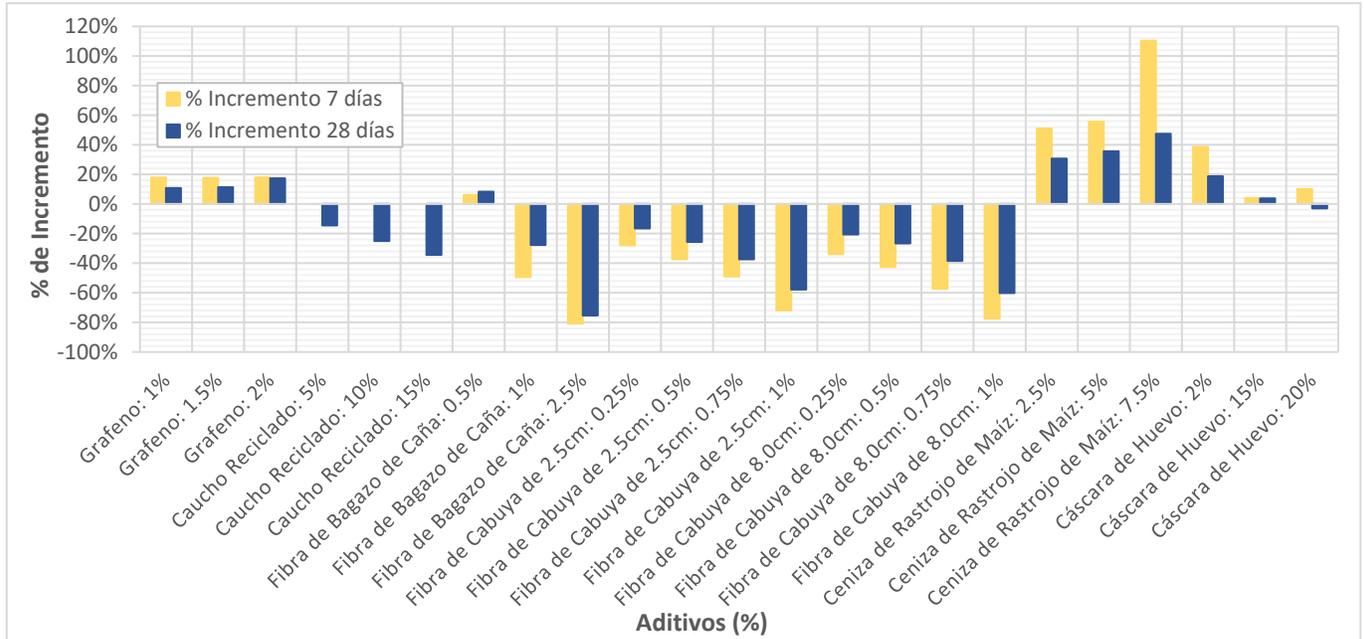
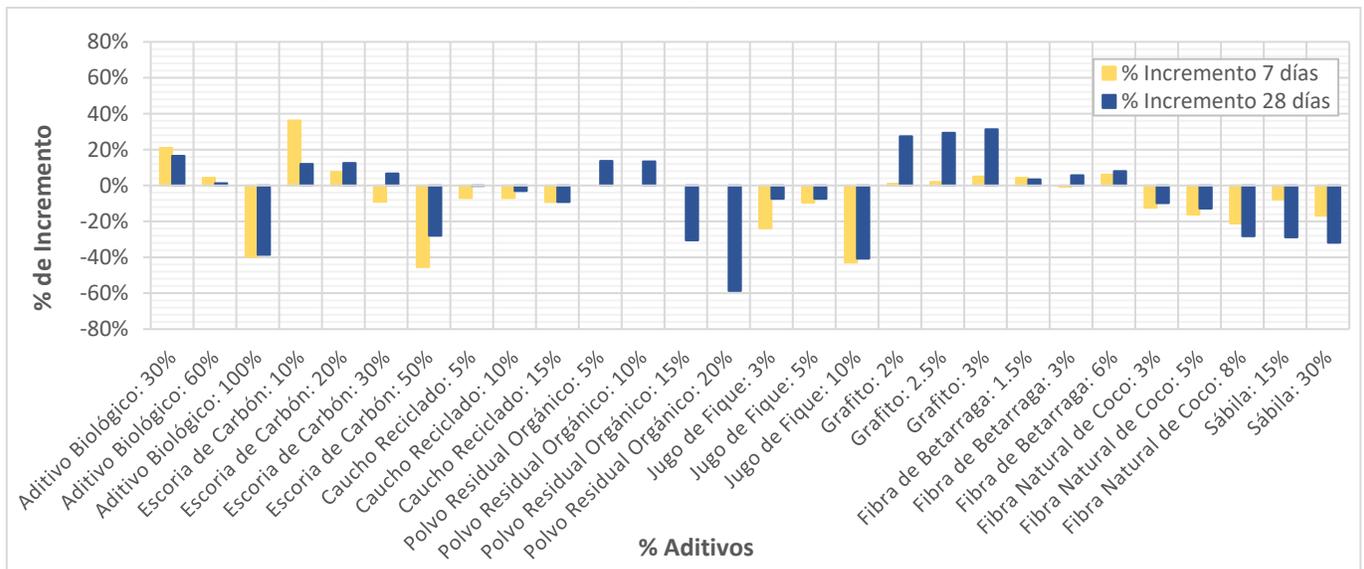


Figura 17

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos orgánicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 2)



Nota: la Figura 15 y Figura 16, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos orgánicos, respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días.

Dentro del grupo de Aditivos Orgánicos, se evidencia que muchos aditivos presentan porcentajes de incremento negativos, es decir, que su resistencia a la compresión es inferior a su resistencia patrón. Los aditivos que sobresalen son Ceniza de Rastrojo de Maíz, Cáscara de Huevo y Grafito. En específico el aditivo Ceniza de Rastrojo de Maíz (7.5%), logra alcanzar el más alto porcentaje de incremento con 47.48%.

GRUPO C: ADITIVOS INORGÁNICOS

Tabla 25

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS INORGÁNICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) PATRÓN	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA	% de Incremento	f'c (kg/cm ²) PATRÓN	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA	% de Incremento	
		7 DÍAS	7 DÍAS		28 DÍAS	28 DÍAS		
Dramix® 3D 80/60 BG	1.00%	148.88	195.55	31.35%	218.04	283.74	30.13%	
	1.50%		210.27	41.23%		298.22	36.77%	
Sika® Fiber CHO 80/60 NB	1.00%		193.97	30.29%		277.79	27.40%	
	1.50%		204.46	37.33%		292.84	34.31%	
Fibra de Vidrio	2.00%	170.90	153.32	-10.29%	230.13	251.41	9.25%	
	4.00%		111.57	-34.72%		199.37	-13.37%	
	6.00%		91.50	-46.46%		186.60	-18.92%	
Fibra de Acero Vidrio Molido	2.00%	129.76	119.85	-7.64%	217.11	238.05	9.64%	
	3.00%					168.50	173.80	3.15%
	5.00%						204.38	21.29%
Vidrio Tamizado	7.00%					179.41	6.47%	
	3.00%					226.91	34.66%	
	5.00%					169.62	0.66%	
Vidrio Granular	7.00%					161.26	-4.30%	
	3.00%					140.77	-16.46%	
	5.00%					223.24	32.49%	
Fibra de Acero Dramix 3D	7.00%					201.12	19.36%	
	1.00%	144.92	166.95	15.20%	215.14	207.12	-3.73%	
	2.00%		203.04	40.10%		236.30	9.84%	
	3.00%		206.37	42.40%		235.83	9.62%	
4.00%		156.10	7.71%	196.33		-8.74%		

Microsílice (Sika Fume)	5.00%	160.00	219.00	36.88%	213.00	301.00	41.31%
	7.50%		277.00	73.13%		356.00	67.14%
	10.00%		316.00	97.50%		441.00	107.04%
Filler	30.00%	429.30	277.36	-35.39%	493.54	415.02	-15.91%
Metacaolín	10.00%		458.87	6.89%		577.16	16.94%
Microsílice	5.00%		462.95	7.84%		698.51	41.53%
Cerámico Blanco	5.00%		397.69	-7.36%		520.06	5.37%

Tabla 26

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS INORGÁNICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) PATRÓN	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA	% de Incremento	f'c (kg/cm ²) PATRÓN	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA	% de Incremento
		7 DÍAS	7 DÍAS		28 DÍAS	28 DÍAS	
Metacaolín	10.00%	356.90	387.49	8.57%	438.48	458.87	4.65%
	20.00%		418.08	17.14%		530.25	20.93%
	30.00%		254.93	-28.57%		326.31	-25.58%
Nanosílice	1.80%	346.70	498.64	43.82%	461.93	537.39	16.34%
	1.50%		529.23	52.65%		573.08	24.06%
Fibra de Acero Dramix	20.00 kg/m ³	262.20	229.00	-12.66%	386.40	352.70	-8.72%
	25.00 kg/m ³		244.30	-6.83%		441.90	14.36%
	35.00 kg/m ³		290.10	10.64%		414.60	7.30%
Fibra de Acero Wirand	20.00 kg/m ³		245.70	-6.29%		399.80	3.47%
	25.00 kg/m ³		297.40	13.42%		424.30	9.81%
	35.00 kg/m ³		212.00	-19.15%		382.20	-1.09%
Fibra de Acero Wirand FF3	10.00 kg/m ³	138.00	175.00	26.81%	211.00	270.00	27.96%
	20.00 kg/m ³		202.00	46.38%		285.00	35.07%
	30.00 kg/m ³		156.00	13.04%		285.00	35.07%
Plásticos (PET)	5.00%	176.06	139.81	-20.59%	215.19	183.76	-14.61%
	10.00%		123.83	-29.67%		145.74	-32.27%
	15.00%		89.80	-48.99%		111.30	-48.28%
Zeolita más Cal Hidratado	5.00%	234.83	227.03	-3.32%	270.75	275.89	1.90%
	10.00%		216.79	-7.68%		277.11	2.35%
	15.00%		192.28	-18.12%		259.95	-3.99%
Cuarzo	25.00%	153.60	167.48	9.04%	213.26	242.82	13.86%
	50.00%		123.23	-19.77%		187.80	-11.94%
	100.00%		104.26	-32.12%		202.59	-5.00%

Caolín	5.00%	160.58	138.87	-13.52%	209.80	277.01	32.04%
	10.00%		130.82	-18.53%		368.98	75.87%
	15.00%		108.85	-32.21%		392.45	87.06%

Nota: la Tabla 25 y Tabla 26, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos inorgánicos en su porcentaje o dosis empleada, con respecto a la resistencia patrón (sin aditivos), a las edades de 7 y 28 días.

Figura 18

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 1)

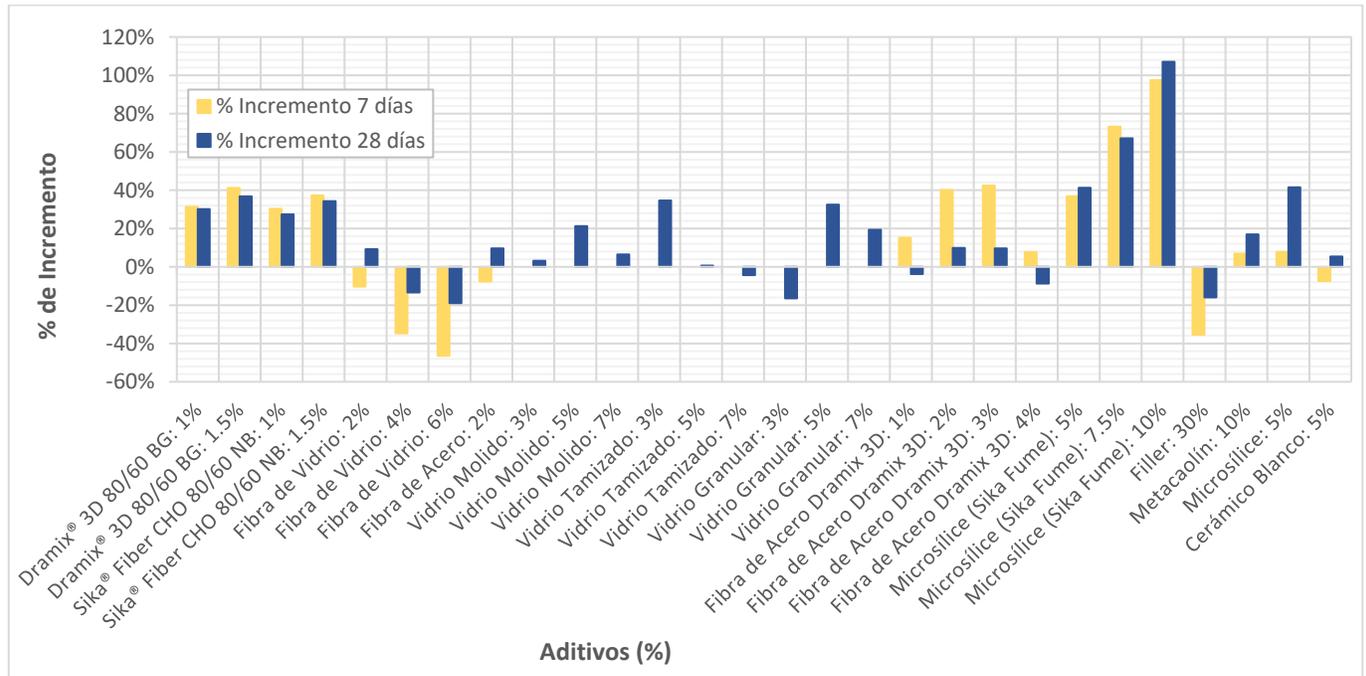
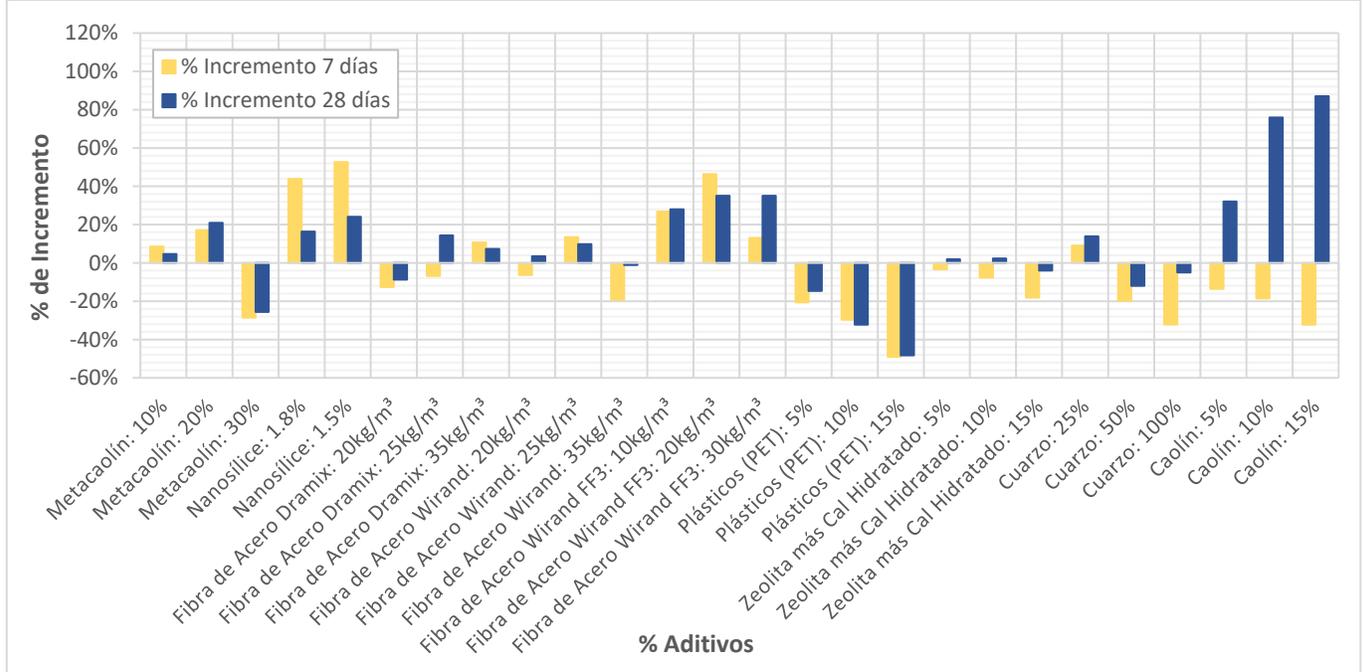


Figura 19

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia patrón a los 7 y 28 días (bloque 2)



Nota: la Figura 17 y Figura 18, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos inorgánicos, respecto a la resistencia patrón, a las edades de 7 y 28 días.

Dentro del grupo de Aditivos Inorgánicos, se evidencia que, a pesar de tener ciertos aditivos con porcentajes de incremento negativos, existen muchos aditivos que presentan porcentajes de incremento considerables como el Microsilíce y el Caolín. En específico el aditivo Microsilíce (10%), logra alcanzar el más alto porcentaje de incremento con 107.04%.

3.6. Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto para los diferentes tipos de aditivos (químicos, orgánicos e inorgánicos), respecto a la resistencia de diseño f'c 210 kg/cm².

GRUPO A: ADITIVOS QUÍMICOS

Tabla 27

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño f'c=210 kg/cm², a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
SUPERPLASTIFICANTES					
Rheobuild 1000	0.65 lt/100kg	178.63	-14.94%	262.80	25.14%
	1.10 lt/100kg	186.30	-11.29%	282.23	34.40%
	1.60 lt/100kg	177.56	-15.45%	248.69	18.42%
Sika Viscoflow 50	1.00%	294.05	40.02%	391.20	86.29%
PLASTIFICANTES					
Sikament® - 290N	0.50%	380.73	81.30%	523.93	149.49%
Sikament® - 290N	0.70%	273.41	30.20%	436.07	107.65%
	1.05%	264.50	25.95%	464.80	121.33%
	1.40%	261.31	24.43%	418.06	99.08%
	1.00%	219.36	4.46%	305.29	45.38%
Sika Plastimet HE 98	0.40%	220.00	4.76%	267.00	27.14%
	0.80%	254.00	20.95%	288.00	37.14%
	1.20%	243.00	15.71%	282.00	34.29%
	1.60%	237.00	12.86%	274.00	30.48%
Chema Plast	0.40%	210.00	0.00%	254.00	20.95%
	0.80%	217.00	3.33%	262.00	24.76%
	1.20%	229.00	9.05%	269.00	28.10%
	1.60%	244.00	16.19%	281.00	33.81%
	2.00%	235.00	11.90%	276.00	31.43%
	2.40%	232.00	10.48%	274.00	30.48%
Euro WR 91	0.40%	259.00	23.33%	305.00	45.24%
	0.80%	225.00	7.14%	268.00	27.62%
Sikament® - 290N	0.70%	219.00	4.29%	271.00	29.05%
	1.05%	212.00	0.95%	235.00	11.90%
	1.40%	189.00	-10.00%	227.00	8.10%
Chemament 400	0.70%	237.00	12.86%	307.00	46.19%
	1.35%	223.00	6.19%	260.00	23.81%
	2.00%	211.00	0.48%	250.00	19.05%

Chematard 400	0.20%	147.63	-29.70%	212.18	1.04%
	0.275%	147.74	-29.65%	213.16	1.50%
	0.35%	147.94	-29.55%	216.22	2.96%
Ulmen	1.20%	196.77	-6.30%	233.35	11.12%

Tabla 28

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm², a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
IMPERMEABILIZANTES					
Sika WT-100	2.00%	214.00	1.90%	252.00	20.00%
Sika 1 Líquido	2.00%	186.00	-11.43%	242.00	15.24%
	3.00%	185.00	-11.90%	231.00	10.00%
	4.00%	184.00	-12.38%	228.00	8.57%
Sika 1 En Polvo	2.40%	198.00	-5.71%	250.00	19.05%
Zeta-1	1.00%	144.92	-30.99%	249.88	18.99%
	3.00%	124.37	-40.78%	236.97	12.84%
	5.00%	96.39	-54.10%	233.83	11.35%
Sika® - 1	1.00%	129.78	-38.20%	279.04	32.88%
	3.00%	147.99	-29.53%	296.32	41.10%
	5.00%	143.07	-31.87%	252.65	20.31%
Sika Fume ³⁴	5.00%	166.50	-20.71%	219.37	4.46%
	10.00%	176.03	-16.18%	234.50	11.67%
	15.00%	190.39	-9.34%	253.50	20.71%
Euco Awa ³⁶	0.65 lt/100kg	160.03	-23.80%	214.61	2.20%
	1.37 lt/100kg	171.84	-18.17%	226.55	7.88%
	2.10 lt/100kg	174.66	-16.83%	235.80	12.29%
ACELERANTES					
Chema 3 (Anti-deslave)	8.00%	183.10	-12.81%	251.46	19.74%
	10.00%	203.02	-3.32%	265.82	26.58%
	12.00%	152.19	-27.53%	224.60	6.95%
Sika® - 3	2.00%	320.26	52.50%	368.19	75.33%
Z Fragua #5	2.00%	223.00	6.19%	267	27.14%
	4.00%	202.00	-3.81%	256	21.90%
	6.00%	193.00	-8.10%	251	19.52%
Accelguard 90	2.00%	224.00	6.67%	274.00	30.48%
	4.00%	248.00	18.10%	293.00	39.52%

Tabla 29

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm², a las edades de 7 y 28 días (bloque 3)

ADITIVOS QUÍMICOS	% / DOSIS	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	f'c (kg/cm ²) OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
Accelguard 80 Euco	6.00%	218.00	3.81%	261.00	24.29%
	1.00%	219.64	4.59%	249.08	18.61%
	1.50%	239.85	14.21%	267.51	27.39%
	2.00%	268.00	27.62%	271.75	29.40%
Sika Cem Acelerante PE	1.00%	214.56	2.17%	236.28	12.51%
	1.50%	235.46	12.12%	262.93	25.20%
	2.00%	261.45	24.50%	266.41	26.86%
Z Fragua #5	2.50%	207.59	-1.15%	224.89	7.09%
	3.00%	216.45	3.07%	232.93	10.92%
	3.50%	221.62	5.53%	238.81	13.72%
Chema 3	2.50%	206.58	-1.63%	223.49	6.42%
	3.00%	215.45	2.60%	231.54	10.26%
	3.50%	220.14	4.83%	237.92	13.30%
Sika Cem Acelerante PE	2.50%	209.02	-0.47%	225.17	7.22%
	3.00%	218.15	3.88%	233.62	11.25%
	3.50%	222.30	5.86%	239.42	14.01%
Chema 3 Líquido	3.00%	185.73	-11.56%	226.58	7.90%
Sika® - 3	Ad:Ag=1:9	175.72	-16.32%	270.98	29.04%
Chema 3	1.00 lt/bls	177.31	-15.57%	260.10	23.86%
Sika Rapid® 1	1.00%	224.70	7.00%	289.40	37.81%
	1.50%	237.30	13.00%	274.60	30.76%
	2.00%	226.20	7.71%	281.30	33.95%
	2.50%	206.00	-1.90%	243.90	16.14%
Z Fragua #5	1.00%	197.70	-5.86%	264.80	26.10%
	1.50%	219.40	4.48%	288.50	37.38%
	2.00%	210.50	0.24%	288.30	37.29%
	2.50%	208.00	-0.95%	262.50	25.00%
Chema 5	4.60%	185.30	-11.76%	222.40	5.90%
Sika® - 3	5.56%	213.53	1.68%	241.98	15.23%
RETARDANTES					
Sika Retarder PE	0.20%	151.82	-27.70%	208.77	-0.59%
	0.40%	183.17	-12.78%	209.81	-0.09%
	0.60%	195.47	-6.92%	229.54	9.30%
	0.80%	204.47	-2.63%	243.06	15.74%
	1.00%	185.47	-11.68%	244.82	16.58%

Nota: la Tabla 27, Tabla 28 y Tabla 29, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos químicos en su porcentaje o dosis empleada, con respecto a la resistencia de diseño $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días. Clasificados por tipo.

Figura 20

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 1)

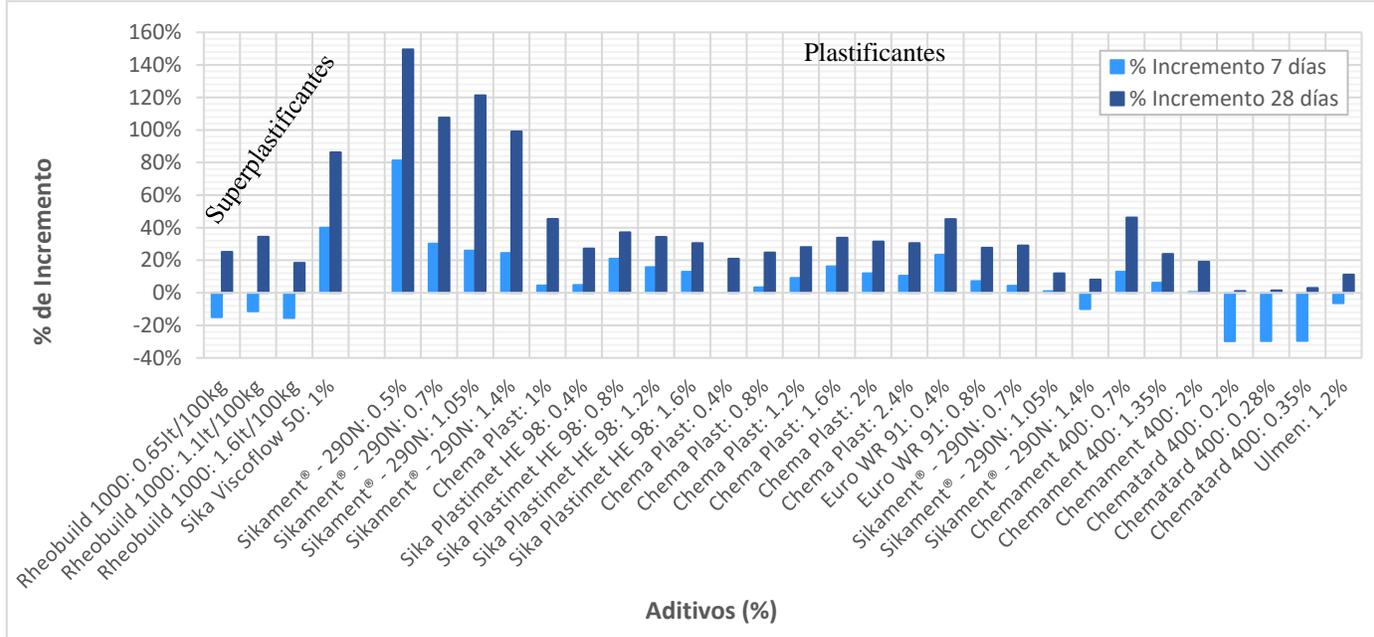


Figura 21

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 2)

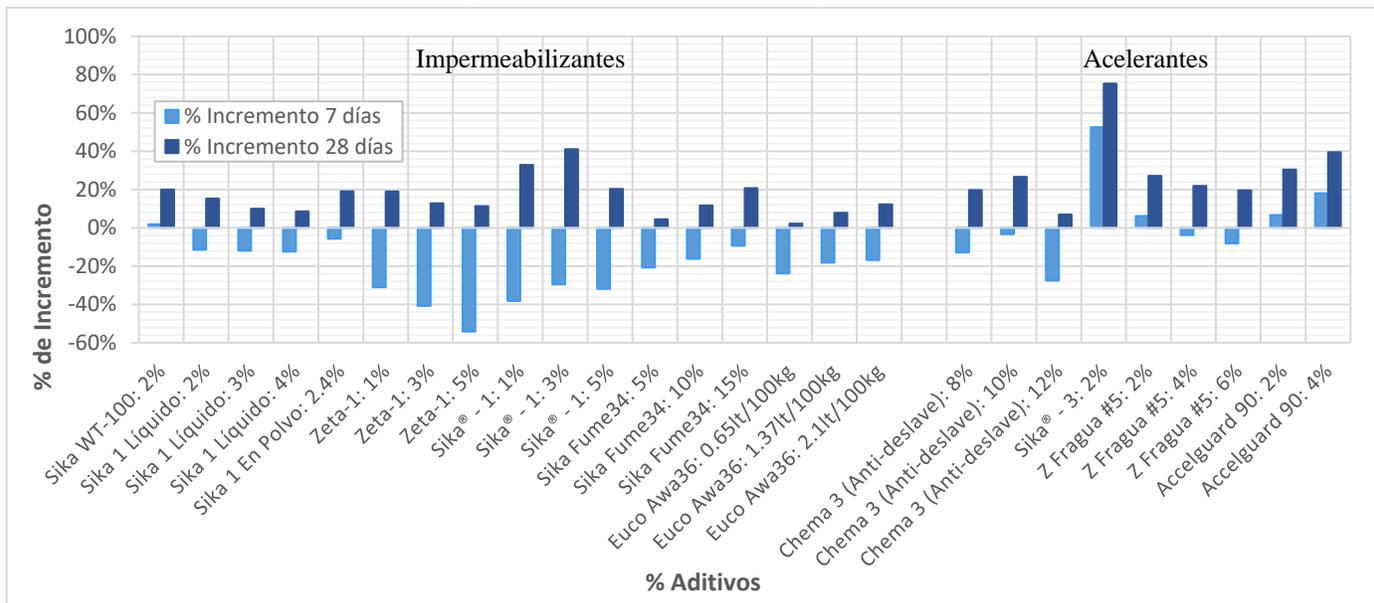
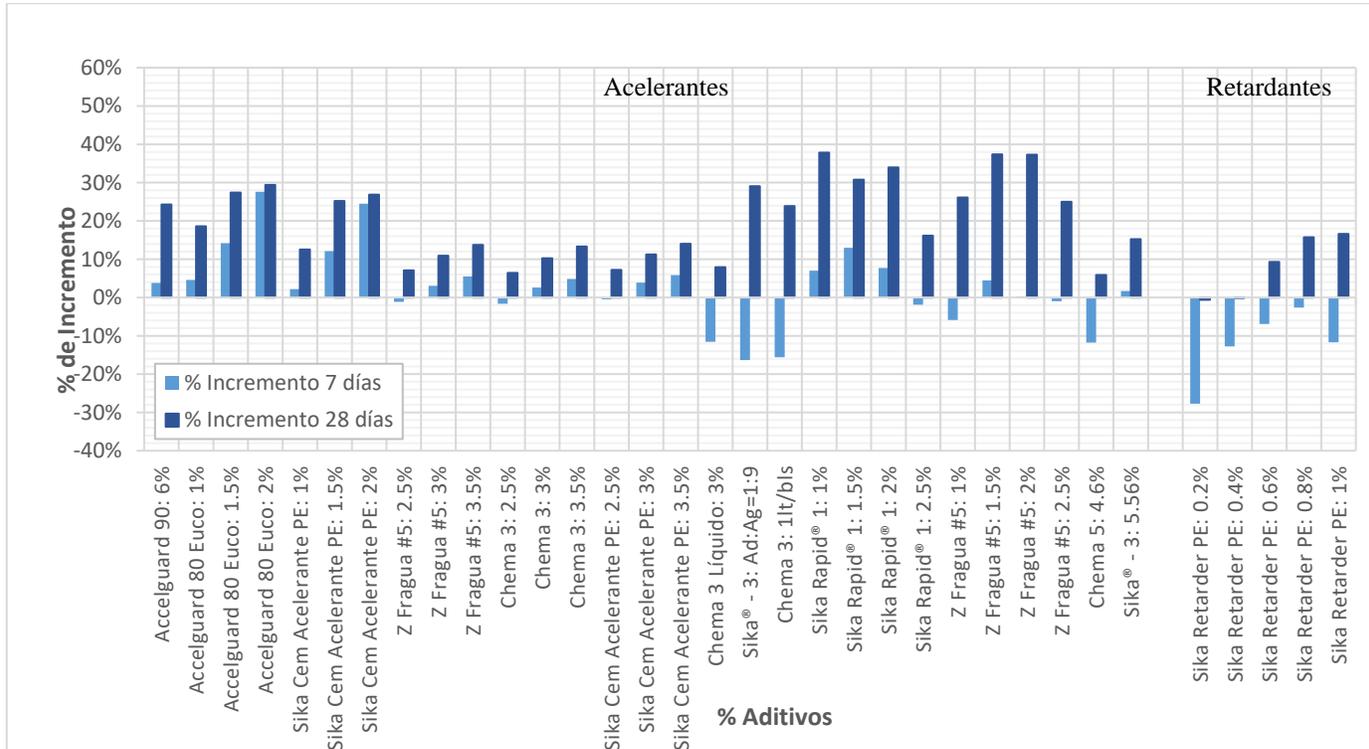


Figura 22

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos químicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 3)



Nota: la Figura 19, Figura 20 y Figura 21, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos químicos, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días.

Los aditivos: Sika Viscoflow 50 (1%) con 40.02%, Sikament®-290N (0.5%) con 81.30%, Sika WT-100 (2%) con 1.90% y Sika®-3 (2%) con 52.50%, son los que presentan el mayor porcentaje de incremento a la edad de 7 días, para los tipos Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes y Acelerantes respectivamente, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Cabe indicar que los aditivos Retardantes presentan porcentajes negativos a esta edad.

Los aditivos: Sika Viscoflow 50 (1%) con 86.29%, Sikament®-290N (0.5%) con 149.49%, Sika®-1 (3%) con 41.10%, Sika®-3 (2%) con 75.33% y Sika Retarder PE (1%) con 16.58%, son los que presentan el mayor porcentaje de incremento a la edad de 28 días, para los tipos

Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes, Acelerantes y Retardantes respectivamente, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

GRUPO B: ADITIVOS ORGÁNICOS

Tabla 30

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS ORGÁNICOS	% / DOSIS	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
Grafeno	1.00%	191.81	-8.66%	240.08	14.32%
	1.50%	191.44	-8.84%	241.20	14.86%
	2.00%	191.96	-8.59%	254.31	21.10%
Caucho Reciclado	5.00%			236.00	12.38%
	10.00%			207.00	-1.43%
	15.00%			181.00	-13.81%
Fibra de Bagazo de Caña	0.50%	147.65	-29.69%	230.28	9.66%
	1.00%	70.34	-66.50%	153.75	-26.79%
	2.50%	26.65	-87.31%	52.46	-75.02%
Fibra de Cabuya de 2.5cm	0.25%	114.11	-45.66%	192.48	-8.34%
	0.50%	99.18	-52.77%	171.47	-18.35%
	0.75%	80.88	-61.49%	144.46	-31.21%
	1.00%	44.56	-78.78%	97.27	-53.68%
Fibra de Cabuya de 8.0cm	0.25%	104.80	-50.10%	183.18	-12.77%
	0.50%	90.98	-56.68%	169.31	-19.38%
	0.75%	67.64	-67.79%	142.04	-32.36%
	1.00%	35.75	-82.98%	91.91	-56.23%
Ceniza de Rastrojo de Maíz	2.50%	181.68	-13.49%	257.86	22.79%
	5.00%	187.27	-10.82%	267.59	27.42%
	7.50%	253.11	20.53%	290.95	38.55%
Cáscara de Huevo	2.00%	310.30	47.76%	383.50	82.62%
	15.00%	232.90	10.90%	335.20	59.62%

20.00% 246.55 17.40% 313.40 49.24%

Tabla 31

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS ORGÁNICOS	% / DOSIS	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
Aditivo Biológico	30.00%	149.18	-28.96%	154.69	-26.34%
	60.00%	128.69	-38.72%	134.40	-36.00%
	100.00%	74.34	-64.60%	81.48	-61.20%
Escoria de Carbón	10.00%	382.00	81.90%	428.28	103.94%
	20.00%	301.52	43.58%	430.36	104.93%
	30.00%	254.93	21.40%	407.89	94.23%
	50.00%	152.96	-27.16%	275.32	31.10%
Caucho Reciclado	5.00%	152.92	-27.18%	218.45	4.02%
	10.00%	152.88	-27.20%	212.34	1.11%
	15.00%	149.16	-28.97%	198.88	-5.30%
Polvo Residual Orgánico	5.00%			585.01	178.58%
	10.00%			583.69	177.95%
	15.00%			357.51	70.24%
	20.00%			212.51	1.20%
Jugo de Figue	3.00%	163.16	-22.30%	254.93	21.40%
	5.00%	193.75	-7.74%	254.93	21.40%
	10.00%	122.37	-41.73%	163.16	-22.30%
Grafito	2.00%	203.00	-3.33%	293.00	39.52%
	2.50%	205.00	-2.38%	297.50	41.67%
	3.00%	211.00	0.48%	302.00	43.81%
Fibra de Betarraga	1.50%	295.00	40.48%	401.00	90.95%
	3.00%	281.00	33.81%	410.00	95.24%
	6.00%	300.00	42.86%	419.00	99.52%
Fibra Natural de Coco	3.00%	141.00	-32.86%	211.00	0.48%
	5.00%	135.00	-35.71%	204.00	-2.86%
	8.00%	127.00	-39.52%	168.00	-20.00%
Sábila	15.00%	121.42	-42.18%	151.06	-28.07%
	30.00%	109.52	-47.85%	144.65	-31.12%

Nota: la Tabla 30 y Tabla 31, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos químicos en su porcentaje o dosis empleada, con respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días.

Figura 23

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos orgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 1)

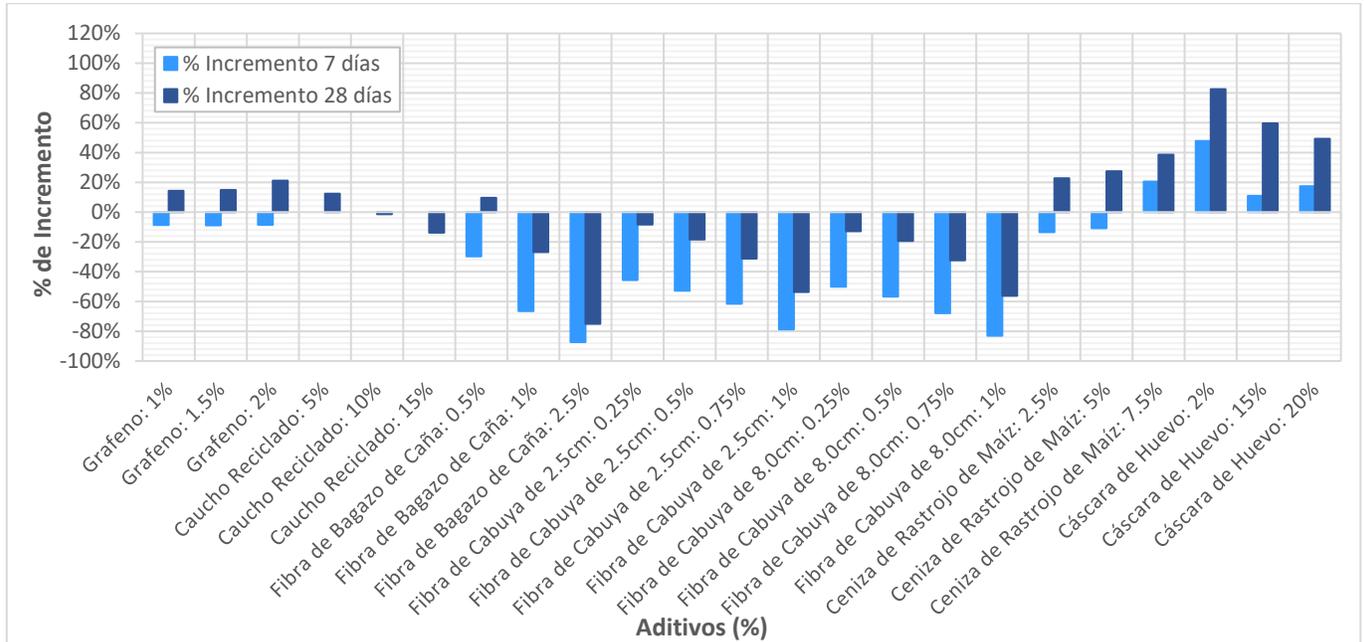
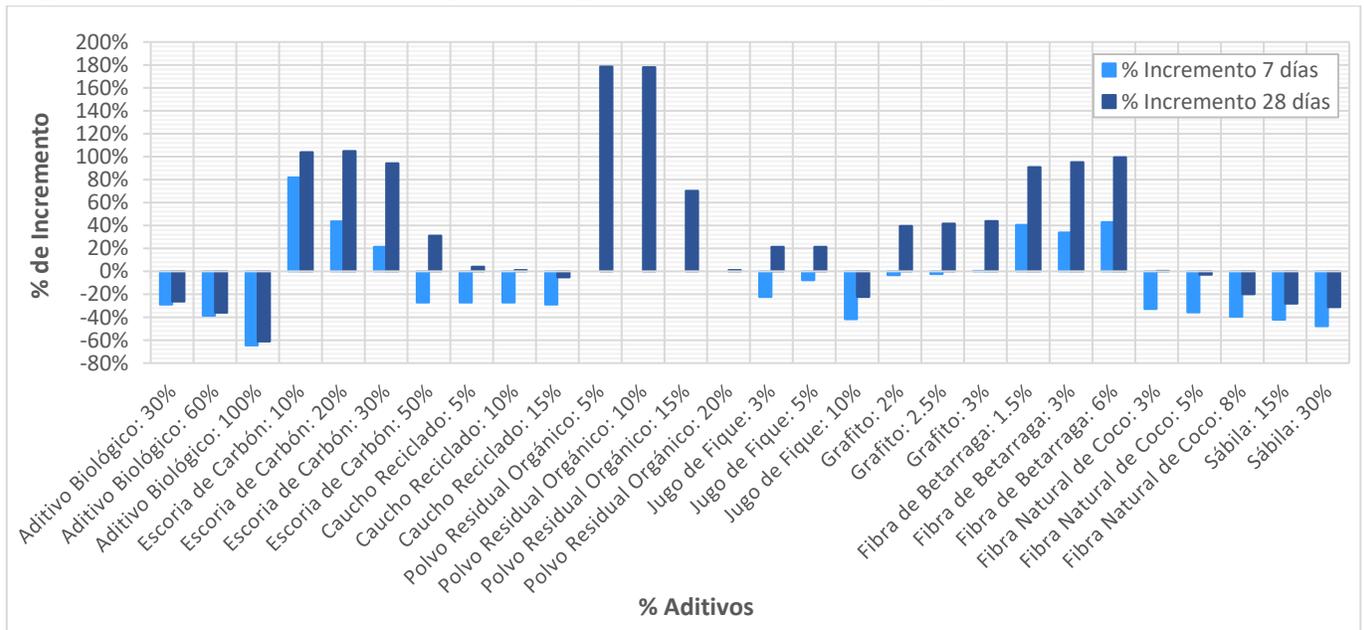


Figura 24

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos orgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 2)



Nota: la Figura 22, y Figura 23, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos orgánicos, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días.

Dentro del grupo de Aditivos Orgánicos, se evidencia que el aditivo Polvo Residual Orgánico (5%), es el que logra el mayor porcentaje de incremento con 178.58%, respecto a su resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

GRUPO C: ADITIVOS INORGÁNICOS

Tabla 32

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 1)

ADITIVOS INORGÁNICOS	% / DOSIS	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
Dramix® 3D 80/60 BG	1.00%	195.55	-6.88%	283.74	35.11%
	1.50%	210.27	0.13%	298.22	42.01%
Sika® Fiber CHO 80/60 NB	1.00%	193.97	-7.63%	277.79	32.28%
	1.50%	204.46	-2.64%	292.84	39.45%
Fibra de Vidrio	2.00%	153.32	-26.99%	251.41	19.72%
	4.00%	111.57	-46.87%	199.37	-5.06%
	6.00%	91.50	-56.43%	186.60	-11.14%
Fibra de Acero	2.00%	119.85	-42.93%	238.05	13.36%
	Vidrio Molido	3.00%		173.80	-17.24%
		5.00%		204.38	-2.68%
Vidrio Tamizado	7.00%			179.41	-14.57%
	3.00%			226.91	8.05%
	5.00%			169.62	-19.23%
Vidrio Granular	7.00%			161.26	-23.21%
	3.00%			140.77	-32.97%
	5.00%			223.24	6.30%
Fibra de Acero Dramix 3D	7.00%			201.12	-4.23%
	1.00%	166.95	-20.50%	207.12	-1.37%
	2.00%	203.04	-3.31%	236.30	12.52%
Microsilice	3.00%	206.37	-1.73%	235.83	12.30%
	4.00%	156.10	-25.67%	196.33	-6.51%
	5.00%	219.00	4.29%	301.00	43.33%
	7.50%	277.00	31.90%	356.00	69.52%
Filler	10.00%	316.00	50.48%	441.00	110.00%
	30.00%	277.36	32.08%	415.02	97.63%
Metacaolín	10.00%	458.87	118.51%	577.16	174.84%

Microsílice	5.00%	462.95	120.45%	698.51	232.62%
Cerámico Blanco	5.00%	397.69	89.38%	520.06	147.65%

Tabla 33

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días (bloque 2)

ADITIVOS INORGÁNICOS	% / DOSIS	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ OBTENIDA 7 DÍAS	% de Incremento	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ OBTENIDA 28 DÍAS	% de Incremento
Metacaolín	10.00%	387.49	84.52%	458.87	118.51%
	20.00%	418.08	99.09%	530.25	152.50%
	30.00%	254.93	21.40%	326.31	55.39%
Nanosílice	1.80%	498.64	137.45%	537.39	155.90%
	1.50%	529.23	152.01%	573.08	172.90%
Fibra de Acero Dramix	20.00 kg/m ³	229.00	9.05%	352.70	67.95%
	25.00 kg/m ³	244.30	16.33%	441.90	110.43%
	35.00 kg/m ³	290.10	38.14%	414.60	97.43%
Fibra de Acero Wirand	20.00 kg/m ³	245.70	17.00%	399.80	90.38%
	25.00 kg/m ³	297.40	41.62%	424.30	102.05%
	35.00 kg/m ³	212.00	0.95%	382.20	82.00%
Fibra de Acero Wirand FF3	10.00 kg/m ³	175.00	-16.67%	270.00	28.57%
	20.00 kg/m ³	202.00	-3.81%	285.00	35.71%
	30.00 kg/m ³	156.00	-25.71%	285.00	35.71%
Plásticos (PET)	5.00%	139.81	-33.42%	183.76	-12.50%
	10.00%	123.83	-41.03%	145.74	-30.60%
	15.00%	89.80	-57.24%	111.30	-47.00%
Zeolita más Cal Hidratado	5.00%	227.03	8.11%	275.89	31.38%
	10.00%	216.79	3.23%	277.11	31.96%
	15.00%	192.28	-8.44%	259.95	23.79%
Cuarzo	25.00%	167.48	-20.25%	242.82	15.63%
	50.00%	123.23	-41.32%	187.80	-10.57%
	100.00%	104.26	-50.35%	202.59	-3.53%
Caolín	5.00%	138.87	-33.87%	277.01	31.91%
	10.00%	130.82	-37.70%	368.98	75.70%
	15.00%	108.85	-48.17%	392.45	86.88%

Nota: la Tabla 32 y Tabla 33, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos químicos en su porcentaje o dosis empleada, con respecto a la resistencia de diseño $f'c$ 210 kg/cm², a las edades de 7 y 28 días.

Figura 25

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 1)

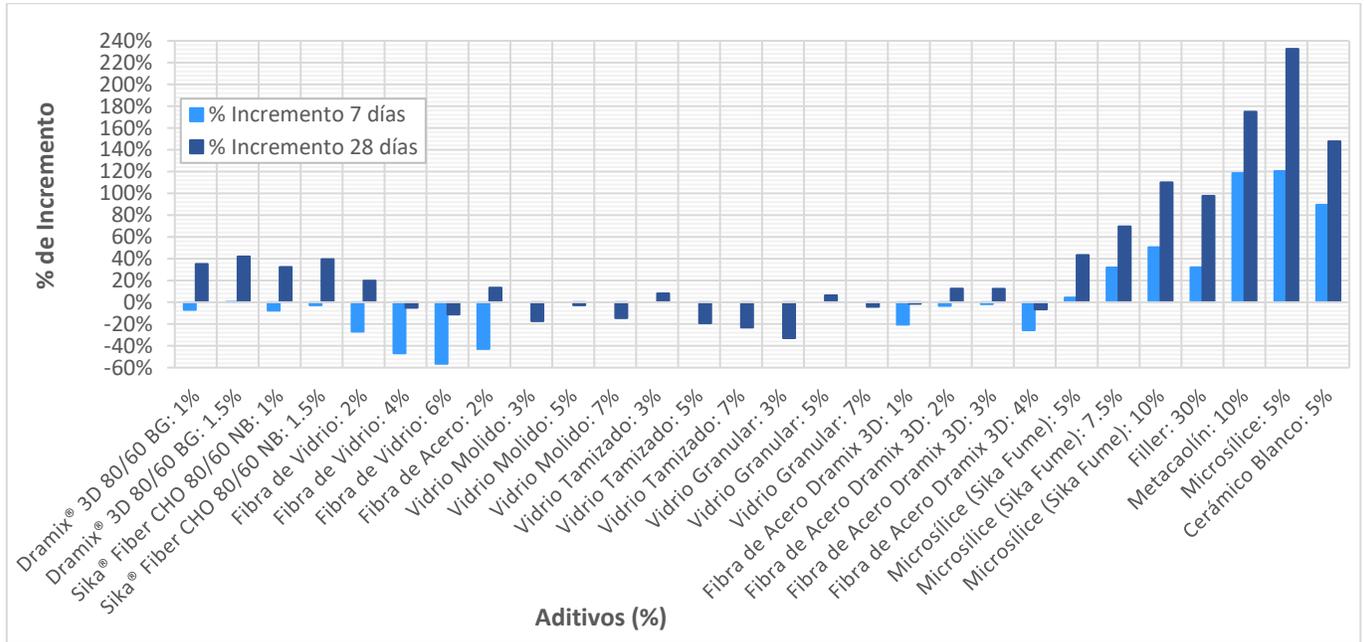
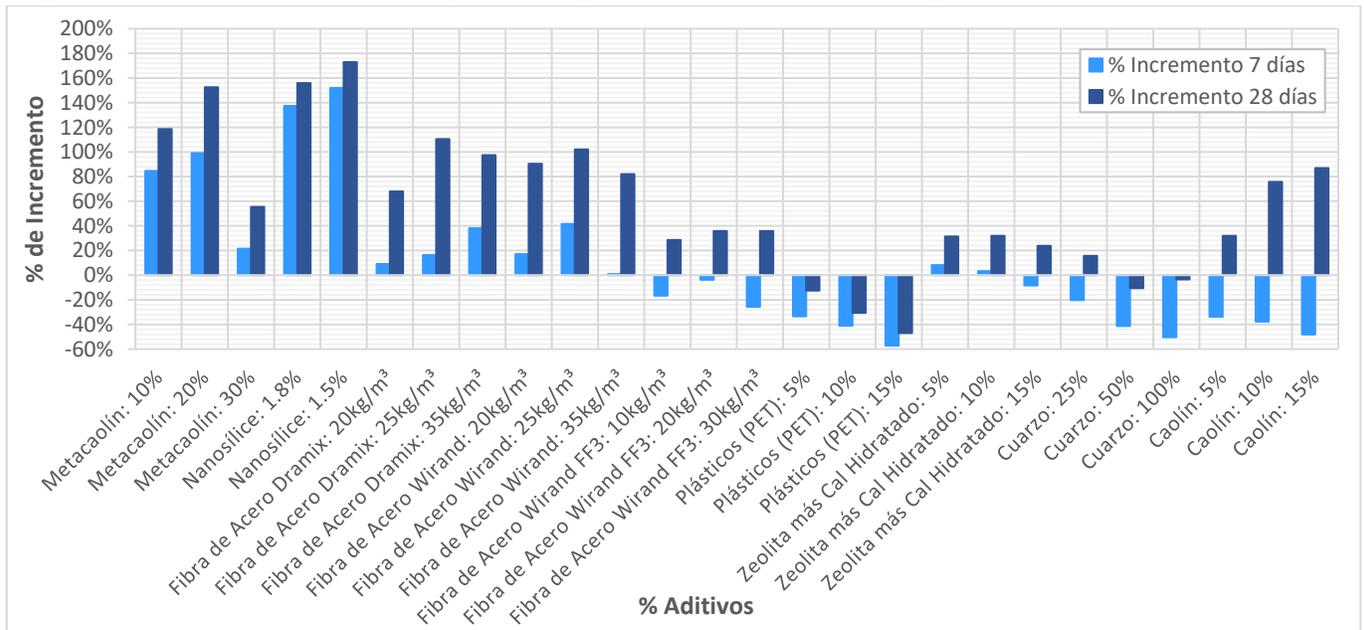


Figura 26

Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión con aditivos inorgánicos respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 y 28 días (bloque 2)



Nota: la Figura 24, y Figura 25, muestran el porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión axial del concreto con aditivos inorgánicos, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a las edades de 7 y 28 días.

Dentro del grupo de Aditivos Inorgánicos, se evidencia que el aditivo Microsílice (5%), es el que logra el mayor porcentaje de incremento con 232.62%, respecto a su resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

3.7. Resistencia a la compresión de los aditivos más óptimos según grupo, respecto a la resistencia patrón.

Tabla 34

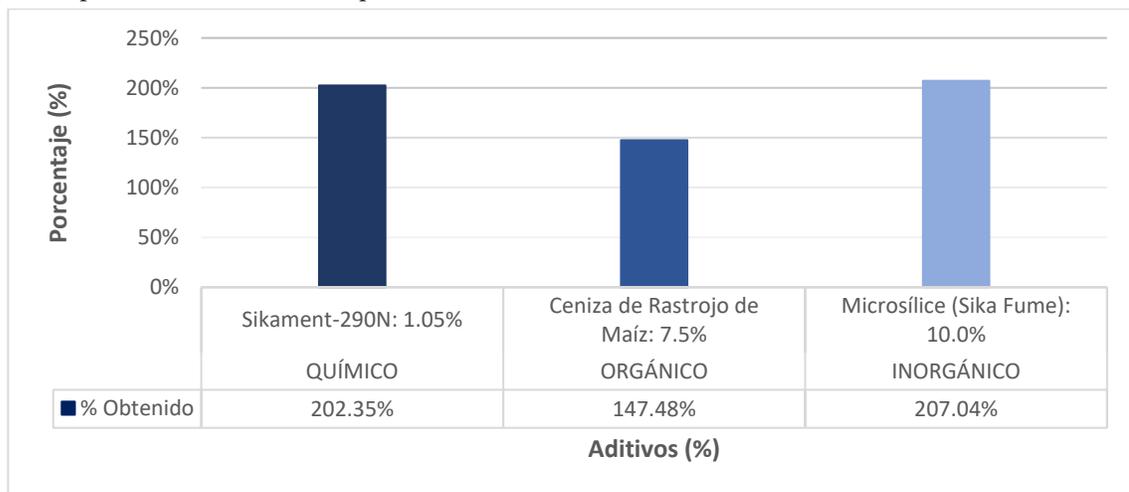
Resistencia a la compresión del concreto con aditivos más óptimos de tipo químico, orgánico e inorgánico, respecto a la resistencia patrón

TIPO	NOMBRE DEL ADITIVO (%)	$f'c$ (kg/cm ²) PATRÓN 28 Días	$f'c$ (kg/cm ²) 28 Días	% Obtenido
QUÍMICO	Sikament-290N: 1.05%	229.70	464.80	202.35%
ORGÁNICO	Ceniza de Rastrojo de Maíz: 7.5%	197.28	290.95	147.48%
INORGÁNICO	Microsílice (Sika Fume): 10.0%	213.00	441.00	207.04%

Nota: después de una comparación en cada uno de los grupos analizados, esta Tabla muestra los valores más óptimos de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos en su porcentaje respectivo, a la edad de 28 días. Asimismo, su porcentaje obtenido respecto a su resistencia patrón.

Figura 27

Porcentaje obtenido de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos por su grupo, respecto a la resistencia patrón



Nota: esta Figura muestra el valor de la resistencia a la compresión del concreto con el aditivo que mejor resultados obtuvo en cada uno de sus grupos analizados, respecto a su resistencia patrón a la edad de 28 días.

3.8. Resistencia a la compresión de los aditivos más óptimos según grupo, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 35

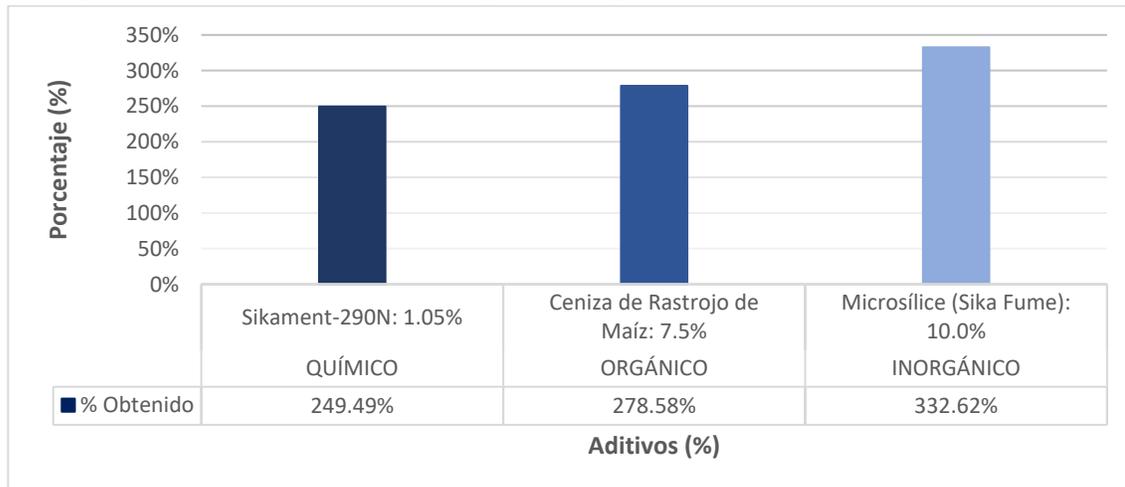
Resistencia a la compresión del concreto con aditivos más óptimos de tipo químico, orgánico e inorgánico, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

TIPO	NOMBRE DEL ADITIVO (%)	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 28 Días	% Obtenido
QUÍMICO	Sikament-290N: 0.5%	523.93	249.49%
ORGÁNICO	Polvo Residual Orgánico: 5%	585.01	278.58%
INORGÁNICO	Microsílice: 5%	698.51	332.62%

Nota: después de una comparación en cada uno de los grupos analizados, esta Tabla muestra los valores más óptimos de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos en su porcentaje respectivo, a la edad de 28 días. Asimismo, su porcentaje obtenido respecto a su resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 28

Porcentaje obtenido de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos por su grupo, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: esta Figura muestra el valor de la resistencia a la compresión del concreto con el aditivo que mejor resultados obtuvo en cada uno de sus grupos analizados, respecto a su resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 28 días.

3.9. Resistencia a la compresión de los aditivos químicos más óptimos según tipo, respecto a la resistencia patrón.

Tabla 36

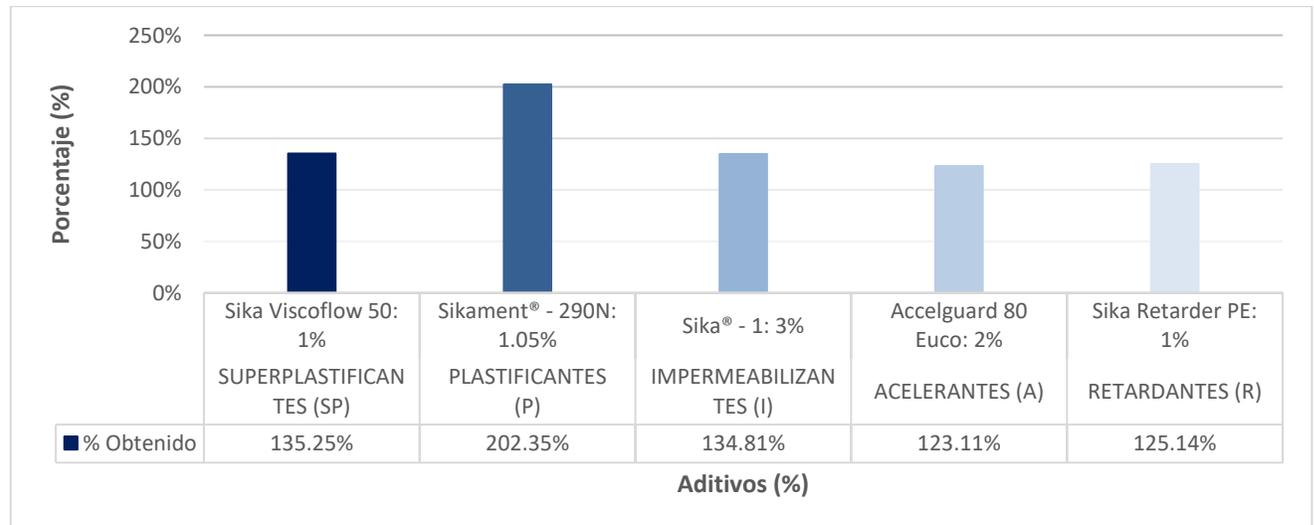
Resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos más óptimos según tipo de clasificación, respecto a la resistencia patrón

TIPOS	NOMBRE DEL ADITIVO (%)	$f'c$ (kg/cm ²) PATRÓN 28 Días	$f'c$ (kg/cm ²) OBTENIDA 28 Días	% Obtenido
SUPERPLASTIFICANTES (SP)	Sika Viscoflow 50: 1%	289.24	391.20	135.25%
PLASTIFICANTES (P)	Sikament® - 290N: 1.05%	229.70	464.80	202.35%
IMPERMEABILIZANTES (I)	Sika® - 1: 3%	219.81	296.32	134.81%
ACCELERANTES (A)	Accelguard 80 Euco: 2%	220.73	271.75	123.11%
RETARDANTES (R)	Sika Retarder PE: 1%	195.64	244.82	125.14%

Nota: esta Tabla muestra los aditivos químicos más óptimos de cada tipo de clasificación a la edad de 28 días. Asimismo, su porcentaje obtenido respecto a su resistencia patrón.

Figura 29

Porcentaje obtenido de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos por su tipo, respecto a la resistencia patrón



Nota: esta Figura muestra el porcentaje obtenido de los aditivos químicos más óptimos de cada tipo de clasificación, respecto a su resistencia patrón, a la edad de 28 días.

3.10. Resistencia a la compresión de los aditivos químicos más óptimos según tipo, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 37

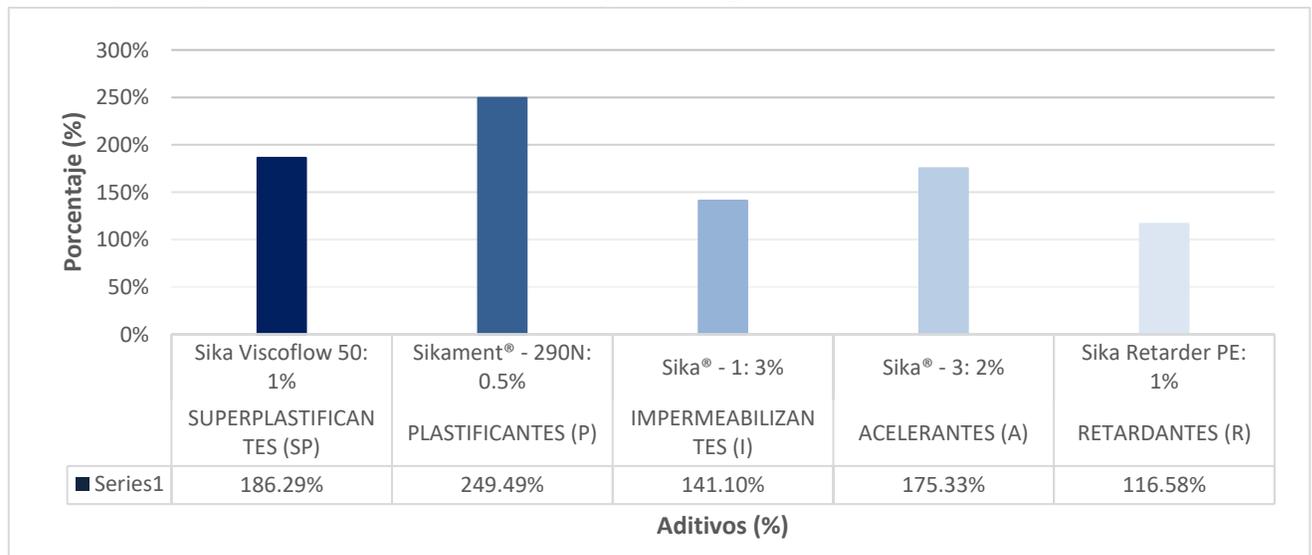
Resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos más óptimos según tipo de clasificación, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

TIPOS	NOMBRE DEL ADITIVO (%)	$f'c$ (kg/cm ²) DE DISEÑO 28 Días	$f'c$ (kg/cm ²) 28 Días	% Obtenido
SUPERPLASTIFICANTES (SP)	Sika Viscoflow 50: 1%	210.00	391.20	186.29%
PLASTIFICANTES (P)	Sikament® - 290N: 0.5%	210.00	523.93	249.49%
IMPERMEABILIZANTES (I)	Sika® - 1: 3%	210.00	296.32	141.10%
ACELERANTES (A)	Sika® - 3: 2%	210.00	368.19	175.33%
RETARDANTES (R)	Sika Retarder PE: 1%	210.00	244.82	116.58%

Nota: esta Tabla muestra los aditivos químicos más óptimos de cada tipo de clasificación a la edad de 28 días. Asimismo, su porcentaje obtenido respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 30

Porcentaje obtenido de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos por su tipo, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: esta Figura muestra el porcentaje obtenido de los aditivos químicos más óptimos de cada tipo de clasificación, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a la edad de 28 días.

3.11. Porcentaje de aditivos que superan la resistencia patrón y de diseño a la edad de 28 días de curado.

Tabla 38

Porcentaje de aditivos que superan la resistencia patrón

TIPO	TOTAL DE ADITIVOS CON SUS PORCENTAJES RESPECTIVOS	TOTAL DE ADITIVOS QUE SUPERAN LA RESISTENCIA PATRÓN	PORCENTAJE
QUÍMICO	91	84	92.31%
ORGÁNICO	51	22	43.14%
INORGÁNICO	54	38	70.37%

Nota: esta tabla muestra el porcentaje de aditivos que superan la resistencia patrón para cada grupo analizado.

Tabla 39

Porcentaje de aditivos que superan la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

TIPO	TOTAL DE ADITIVOS CON SUS PORCENTAJES RESPECTIVOS	TOTAL DE ADITIVOS QUE SUPERAN LA RESISTENCIA DE DISEÑO $F'c=210\text{KG/CM}^2$	PORCENTAJE
QUÍMICO	91	89	97.80%
ORGÁNICO	51	30	58.82%
INORGÁNICO	54	38	70.37%

Nota: esta tabla muestra el porcentaje de aditivos que superan la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para cada grupo analizado.

Se obtuvo como resultados que la mayor cantidad de aditivos químicos superan tanto la resistencia patrón como la resistencia de diseño. Es decir, prácticamente todos los aditivos químicos mejoran la resistencia a la compresión del concreto, lo que no ocurre al usar aditivos orgánicos e inorgánicos.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

❖ **Respecto a los aditivos analizados por grupo (químicos, orgánicos e inorgánicos)**

En la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11 se registran los aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos respectivamente. Encontrándose un total de 36 aditivos químicos, 16 aditivos orgánicos y 22 aditivos inorgánicos, haciendo un total de 74 aditivos analizados, según la Figura 3. Donde se evidencia claramente que los aditivos químicos son los más utilizados para mejorar la resistencia a la compresión del concreto, debido a que, la mayoría de estos aditivos se encuentran posicionados en el mercado y poseen una ficha técnica ya establecida. Mientras que el uso de aditivos orgánicos e inorgánicos es poco común, debido a la falta de estudios previos y comercialización.

❖ **Respecto a los aditivos químicos analizados por tipo de clasificación**

En la Tabla 12 se clasifica a los aditivos químicos por tipo, es decir teniendo en cuenta el efecto del aditivo en el concreto según las Normas ACI – American Concrete Institute. Evidenciándose que los aditivos más utilizados son los acelerantes, debido a que generalmente en obra se busca reducir los tiempos de fraguado y/o la ganancia temprana en la resistencia a la compresión del concreto.

❖ **Respecto de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos a las edades de 7, 14 y 28 días.**

En la Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15, se registraron los datos de la resistencia a la compresión del concreto patrón (sin aditivos) y la resistencia obtenida con aditivos

químicos, en sus diferentes porcentajes o dosis empleada, a las edades de 7, 14 y 28 días de curado.

En la Tabla 16 y Tabla 17, se registraron los datos de la resistencia a la compresión del concreto patrón (sin aditivos) y la resistencia obtenida con aditivos orgánicos, en sus diferentes porcentajes o dosis empleada, a las edades de 7, 14 y 28 días de curado.

En la Tabla 18 y Tabla 19, se registraron los datos de la resistencia a la compresión del concreto patrón (sin aditivos) y la resistencia obtenida con aditivos inorgánicos, en sus diferentes porcentajes o dosis empleada, a las edades de 7, 14 y 28 días de curado.

❖ **Respecto del porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos, respecto a la resistencia patrón.**

GRUPO A: ADITIVOS QUÍMICOS

Dentro de este grupo, los aditivos se clasificaron en 5 tipos para los cuales se obtuvo el aditivo con mayor porcentaje de incremento a la edad de 28 días, respecto a la resistencia patrón:

Superplastificantes: Sika Viscoflow 50 (1%) con 35.25%

Plastificantes: Sikament®-290N (1.05%) con 102.35%

Impermeabilizantes: Sika®-1 (3%) con 34.81%

Acelerantes: Accelguard 80 Euco (2%) con 23.11%

Retardantes: Sika Retarder PE (1%) con 25.14%

GRUPO B: ADITIVOS ORGÁNICOS

Dentro de este grupo, el aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo respecto a su resistencia patrón a la edad de 7 días, es el aditivo Ceniza de Rastrojo de Maíz, en un porcentaje de 7.5% respecto al peso del cemento, con una resistencia patrón de 120.33 kg/cm² y una resistencia obtenida de 253.11 kg/cm², obteniendo un incremento de 110.35%.

Del mismo modo, a la edad de 28 días, es el aditivo Ceniza de Rastrojo de Maíz, en un porcentaje de 7.5% respecto al peso del cemento, con una resistencia patrón de 197.28 kg/cm² y una resistencia obtenida de 290.95 kg/cm², obteniendo un incremento de 47.48%.

Lo cual indica que, para este aditivo, a mayor tiempo de curado, la resistencia a la compresión del concreto disminuye.

GRUPO C: ADITIVOS INORGÁNICOS

Dentro de este grupo, el aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo respecto a su resistencia patrón a la edad de 7 días, es el aditivo Microsílice, en un porcentaje de 10% respecto al peso del cemento, con una resistencia patrón de 160.00 kg/cm² y una resistencia obtenida de 316.00 kg/cm², obteniendo un incremento de 97.50%.

Del mismo modo, a la edad de 28 días, es el aditivo Microsílice, en un porcentaje de 10% respecto al peso del cemento, con una resistencia patrón de 213.00 kg/cm² y una resistencia obtenida de 441.00 kg/cm², obteniendo un incremento de 107.04%.

Lo cual indica que, para este aditivo, a mayor tiempo de curado, la resistencia a la compresión del concreto aumenta.

- ❖ **Respecto del porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos, respecto a la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm².**

GRUPO A: ADITIVOS QUÍMICOS

Dentro de este grupo, los aditivos se clasificaron en 5 tipos para los cuales se obtuvo el aditivo con mayor porcentaje de incremento a la edad de 28 días, respecto a la resistencia de diseño:

Superplastificantes: Sika Viscoflow 50 (1%) con 86.29%

Plastificantes: Sikament®-290N (0.5%) con 149.49%

Impermeabilizantes: Sika®-1 (3%) con 41.10%

Acelerantes: Sika®-3 (2%) con 75.33%

Retardantes: Sika Retarder PE (1%) con 16.58%

GRUPO B: ADITIVOS ORGÁNICOS

Dentro de este grupo, el aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo respecto a su resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm² a la edad de 28 días, es el aditivo Polvo Residual Orgánico, en un porcentaje de 5% sustituyendo al peso del cemento, con una resistencia obtenida de 585.01 kg/cm², obteniendo un incremento de 178.58%.

GRUPO C: ADITIVOS INORGÁNICOS

Dentro de este grupo, el aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo respecto a su resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm² a la edad de 7 días, es el aditivo Microsílice, en un porcentaje de 5% respecto al peso del cemento, con una resistencia obtenida de 462.95 kg/cm², obteniendo un incremento de 120.45%.

Del mismo modo, a la edad de 28 días, es el aditivo Microsílice, en un porcentaje de 5% respecto al peso del cemento, con una resistencia obtenida de 698.51 kg/cm², obteniendo un incremento de 232.62%.

Lo cual indica que, para este aditivo, a mayor tiempo de curado, la resistencia a la compresión del concreto aumenta.

❖ **Respecto del porcentaje de aditivos que superan la resistencia patrón y de diseño a la edad de 28 días de curado.**

La Tabla 38 y Tabla 39 muestran que, del total de aditivos químicos analizados, el 92.31% y 97.80%, superan la resistencia patrón y la resistencia de diseño, respectivamente. Asimismo, los aditivos orgánicos en un 43.14% y 58.82% y los aditivos inorgánicos en un 70.37% para ambos casos.

4.1.1. Discusión sobre las limitaciones encontradas en función a los hallazgos

Una de las limitaciones encontradas en este proyecto de investigación es que los aditivos utilizados en los diferentes estudios, carecen de información respecto a su clasificación.

Para la elaboración del presente proyecto se cuenta con poca información sobre estudios similares en donde se compare los resultados de distintos tipos de aditivos, para un mejor análisis y comparación.

Por otro lado, dentro del análisis de cada estudio, existen ciertos aditivos difíciles de conseguir en el mercado local, lo que hace difícil su aplicación.

4.1.2. Discusión sobre los resultados con los estudios previos citados en esta investigación

La presente investigación cuenta con antecedentes sobre estudios de algunos aditivos en específico, mas no existen antecedentes en los cuales se realice la comparación del uso de aditivos químicos, orgánicos e inorgánicos, como lo que se realiza en esta investigación. Por lo tanto, la comparación es mediante un análisis general de la influencia de los aditivos en el concreto en cada grupo analizado (químicos, orgánicos e inorgánicos), según los antecedentes presentados se evidencia que los aditivos tienden a mejorar y en otros casos a disminuir la resistencia a la compresión, dependiendo básicamente del porcentaje de uso y de su efecto que causa en el concreto.

En esta investigación, se realizó el análisis para tres grupos de aditivos de forma independiente, trabajando con resultados de estudios ya realizados, y en los que se puede evidenciar que los aditivos, al igual que mencionan los antecedentes, algunos influyen de manera positiva y negativa en la resistencia a la compresión del concreto, y dependen básicamente del porcentaje de uso y tipo de aditivo.

En consecuencia, se realizan las siguientes recomendaciones para investigaciones futuras:

- ✓ Realizar más estudios sobre la resistencia a la compresión del concreto con el empleo de aditivos orgánicos e inorgánicos, para diferentes f'c de diseño.
- ✓ Desarrollar investigaciones donde se analicen otras propiedades físico-mecánicas del concreto (como resistencia a la flexión, relación agua-cemento, etc.).

4.2. Conclusiones

- ❖ Al analizar los resultados obtenidos, se acepta parcialmente la hipótesis, debido a que, con el uso de aditivos químicos, se obtienen en su gran mayoría resultados superiores a la resistencia patrón y resistencia de diseño, sin embargo, no todos los resultados son superiores a los que se obtienen con el uso de otros aditivos.
- ❖ Se recopilaron 50 estudios sobre el uso de aditivos en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, siendo clasificados en 3 grupos (Grupo A: Aditivos Químicos, Grupo B: Aditivos Orgánicos y Grupo C: Aditivos Inorgánicos), con un total de 20 estudios analizados para el Grupo A, 15 estudios para el Grupo B y 15 estudios para el Grupo C.

Los aditivos químicos se clasificaron en 5 tipos, Superplastificantes, Plastificantes, Impermeabilizantes, Acelerantes y Retardantes.

- ❖ Se comparó la resistencia a la compresión del concreto con aditivos químicos, de los cuales el 92.31% supera la resistencia patrón y los aditivos más óptimos por tipo de clasificación para este grupo son los siguientes:

Superplastificantes: Sika Viscoflow 50 (1%) con $f'c=391.20\text{kg/cm}^2$

Plastificantes: Sikament®-290N (1.05%) con $f'c=464.80\text{kg/cm}^2$

Impermeabilizantes: Sika®-1 (3%) con $f'c=296.32\text{kg/cm}^2$

Acelerantes: Accelguard 80 Euco (2%) con $f'c=271.75\text{kg/cm}^2$

Retardantes: Sika Retarder PE (1%) con $f'c=244.82\text{kg/cm}^2$

Asimismo, el 97.80% supera la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y los aditivos más óptimos por tipo de clasificación para este grupo son los siguientes:

Superplastificantes: Sika Viscoflow 50 (1%) con $f'c=391.20\text{kg/cm}^2$

Plastificantes: Sikament®-290N (0.5%) con $f'c=523.93 \text{ kg/cm}^2$

Impermeabilizantes: Sika®-1 (3%) con $f'c=296.32 \text{ kg/cm}^2$

Acelerantes: Sika®-3 (2%) con $f'c=368.19 \text{ kg/cm}^2$

Retardantes: Sika Retarder PE (1%) con $f'c=244.82 \text{ kg/cm}^2$

- ❖ Se comparó la resistencia a la compresión del concreto con aditivos orgánicos, de los cuales el 43.14% supera la resistencia patrón y cuyo aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo a los 28 días, es el aditivo Ceniza de Rastrojo de Maíz, en un porcentaje de 7.5% respecto al peso del cemento, con una resistencia patrón de 197.28 kg/cm^2 y una resistencia obtenida de 290.95 kg/cm^2 , obteniendo un incremento de 47.48%.

Asimismo, el 58.82% supera la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y cuyo aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo, es el aditivo Polvo Residual Orgánico, en un porcentaje de 5% sustituyendo al peso del cemento, con una resistencia obtenida de 585.01 kg/cm^2 , obteniendo un incremento de 178.58%.

- ❖ Se comparó la resistencia a la compresión del concreto con aditivos inorgánicos, de los cuales el 70.37% supera la resistencia patrón y cuyo aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo a los 28 días, es el aditivo Microsílice, en un porcentaje de 10% respecto al peso del cemento, con una resistencia patrón de 213.00 kg/cm^2 y una resistencia obtenida de 441.00 kg/cm^2 , obteniendo un incremento de 107.04%.

Asimismo, el 70.37% supera la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y cuyo aditivo que mejor porcentaje de incremento obtuvo, es el aditivo Microsílice, en un porcentaje de 5% respecto al peso del cemento, con una resistencia obtenida de 698.51 kg/cm^2 , obteniendo un incremento de 232.62%.

4.3. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda que, al utilizar un determinado aditivo, no solo se tome la decisión por el valor de la resistencia a la compresión, sino también tomar en cuenta otras consideraciones técnicas, como el uso y el tipo de clasificación o efecto que causa el aditivo.
- ❖ Se recomienda utilizar aditivos que sean comerciales y de costo-beneficio favorable.
- ❖ Se recomienda utilizar la ficha técnica de cada aditivo al momento de su aplicación.

REFERENCIAS

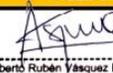
- ACI Institute American Concrete. (2010). *Report on Chemical Admixtures for Concreto ACI 212.3R-10*. United States. Obtenido de <https://www.concrete.org/>
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2006). *M194 - Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. United States.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2011). *M154 - Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete*. United States.
- ASTM International. (2004). *ASTM C 494/C 494M - Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. United States: ASTM International.
- ASTM International. (2016). *ASTM C260 - Standard Specifications for Air-Entraining Admixtures for Concrete*. United States.
- ASTM International. (2017). *C1582/C1582M - Standard Specification for Admixtures to Inhibit Chloride-Induced Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete*. United States.
- Borja S., M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Cabrera-Madrid, J. A., Escalante-GaMrcéaxi, c. J., & Castro-Borges, P. (2016). Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. *Revista ALCONPAT*, 6(1), 21. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427645284006>
- Cañola, H. D., & Echevarría, C. (2017). Bloques de concreto con aditivos bituminosos para sobrecimiento. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(2), 23.
- Colmenarez Rodríguez, L. E. (2014). *Definición de términos*. Barquisimeto.
- Conejos Fuertes, P., Gamón Company, A., Urbán Torres, Patricia, Martínez Alzamora, F., & Alonso Campos, J. (2017). La simulación hidráulica como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en Global Omnium. *Tecnoacua*, 8.
- Farfán Córdova, M., Pinedo Díaz, D. I., Araujo Novoa, J., & Orbegoso Alayo, J. (2019). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Revista Gaceta Técnica*, 20(2), 11. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570362486002>

- Farfán, M., & Leonardo, E. (2018). Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(3), 10.
- Fernández, A., Morales, J., & Soto, F. (2016). Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días. *Revista INGENIERÍA UC*, 23(2), 8.
- Galoso, R., Calvo, B., & Mercedes, R. (2006). Zeolita como aditivo mineral activo en hormigones de altas prestaciones. *Boletín Geológico y Minero*, 117(4), 10.
- Gómez Zamorano, L. Y., García Guillén, G., & Acevedo Dávila, J. L. (2015). Estudio de la hidratación de pastas de cemento portland reemplazadas con escoria granulada de alto horno, ceniza volante y metacaolín: efecto del empleo de dos aditivos superplastificantes. *Revista ALCONPAT*, 5(3), 16.
- Gupta, R., & Biparva, A. (2017). ¿Los aditivos de impermeabilización cristalina afectan al comportamiento de retracción plástica restringida del concreto? *Revista ALCONPAT*, 7(1), 4.
- Inka*. (20 de Marzo de 2019). Obtenido de Inka: <http://www.cementosinka.com.pe/>
- Jiménez Alvarez, F. J., & Téllez Jurado, L. (2010). Efecto de un aditivo plastificante comercial sobre la estructura cristalina de la plagioclasa utilizada en la fabricación de blocks ligeros de concreto. *Superficies y Vacíos*, 23, 6. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94248264021>
- Martínez Solano, F. J., Iglesias Rey, P. L., Mora Meliá, D., & Fuertes Miquel, V. S. (2017). Método de esqueletización exacto en sistemas de distribución de agua para modelos hidráulicos y de calidad. *Elsevier*, 8.
- Ochoa, J. C., & Jaramillo, L. (2007). Uso del jugo de fique como aditivo orgánico en el hormigón. *Scientia Et Technica*, 13(36), 6.
- Osorio, J. D. (2011). Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. *360 en Concreto*.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población en estudio. *Int. J. Morphol*, 1(35), 6.
- Ponce Ybañez, C. (2017). Efectos de los aditivos Acelerantes de fraguado en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con cemento tipo I en estado fresco y endurecido, Trujillo 2017. 6.

- Ramírez Coretti, A., Durán Ch., M., Sibaja B., M., & Moya P., M. (1991). Uso de ligninas de granza de arroz, cáscara de piña, y aserrín de madera como aditivos para concreto. *Tecnología en marcha*, 11(1), 8.
- Rivera L., G. A. (2013). Aditivos para morteros o concretos. *Ingeniería y Construcción*, 256.
- Ruda Arias, Y. M., & Páez Moreno, D. F. (2017). Anclajes posinstalados en concretos de alta resistencia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 14. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2208>
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Caracas: Panapo.
- Valencia López, V. E. (2018). Revisión documental en el proceso de investigación. *Univirtual*, 5.
- Valle Gómez, Q. (2018). *Influencia de tres aditivos Acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $f'c=175$ kg/cm² y 210 kg/cm² Chachapoyas-Amazonas 2016*. Chachapoyas.
- Velásquez, R., Acosta, M., Gaona, C., Almeraya, F., & Martínez, A. (2004). Efectos de los aditivos en la corrosión de estructuras de concreto reforzado. *Revista Ingeniería de Construcción*, 19(2), 6.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Ficha Resumen

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
FICHA RESUMEN		
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE ADITIVOS QUÍMICOS, ORGÁNICOS E INORGÁNICOS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm ² , CAJAMARCA 2020	
	TESISTAS LIXER ABANTO URBINA YACKELIN NOHEMI OLIVERA MARTÍNEZ	ASESOR ING. ALBERTO RUBÉN VÁSQUEZ DÍAZ
TIPO DE ESTUDIO: <input type="checkbox"/> TESIS <input type="checkbox"/> ARTÍCULO CIENTÍFICO	ESTUDIO N°: _____	
TÍTULO DEL ESTUDIO: _____		
AUTOR(ES): _____	AÑO DE PUBLICACIÓN: <input type="checkbox"/> 2015 <input type="checkbox"/> 2016 <input type="checkbox"/> 2017 <input type="checkbox"/> 2018 <input type="checkbox"/> 2019	
RESUMEN: _____		
OBJETIVO GENERAL: _____		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: _____		
METODOLOGÍA: <input type="text"/> MUESTRA (probetas) <input type="text"/> EDADES DE ENSAYO (días) (días) (días)		
HIPÓTESIS _____		
PROCEDIMIENTO _____		
CONCLUSIONES: _____		
OBSERVACIONES: _____		
AUTOR 1 FIRMA:  NOMBRE: Lixer Abanto Urbina FECHA: 10/12/2021	AUTOR 2 FIRMA:  NOMBRE: Yackelin N. Olivera Martinez FECHA: 10/12/2021	ASESOR FIRMA:  NOMBRE: Ing. Alberto R. Vásquez Díaz FECHA: 10/12/2021

