

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON
ADITIVOS**
TESIS
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. VALVERDE CONTRERAS, ELMER ALONSO

Bach. VARGAS LÓPEZ, JORGE ALEJANDRO

ASESORA: MG. ING. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres: Gregorio Valverde y Clelia Contreras; por haberme forjado como la persona que soy, siendo participes de mi desarrollo personal y profesional, por sus consejos y motivación constante para alcanzar mis anhelos. Mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

A mis hermanos, por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, por los momentos de felicidad y diversas emociones que siempre me han causado.

Elmer V.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres, mi familia y a Dios por estar siempre a mi lado y acompañarme en todo momento.

A mi mamá, Myriam Jesús López Robles por darme siempre su apoyo, además de darme ánimos y enseñar con su ejemplo y casos de vida para seguir adelante y no darme por vencido.

A mi papá, Benit Jorge Vargas Montenegro por encaminarme en esta carrera de Ingeniería Civil y me ha formado para saber cómo luchar y salir victorioso ante las diversas adversidades de la vida. A mi hermana por el apoyo y todas las personas amigas que me han apoyado en cierta manera en la ejecución y culminación de la presente tesis.

Jorge V.

AGRADECIMIENTO

A nuestra asesora: Mg. Ing. Liliana Janet Chavarría Reyes, por su amistad, aporte, guía y sabios consejos brindados. Así como su gran colaboración para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

De igual modo a nuestro Co-asesor el Dr. Ing. Carlo Magno Chavarry Vallejo, por su educación, disciplina, orientación y haber sido una persona muy importante en el desarrollo de la escuela de Ingeniería Civil.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Determinación de la realidad problemática.	3
1.2. Contextualización y Delimitación del Problema	3
1.3. Formulación del problema	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problema específico	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivo Específicos	4
1.5. Justificación de la Investigación	5
1.5.1. Conveniencia	5
1.5.2. Relevancia Social	5
1.5.3. Aplicaciones Prácticas	5
1.5.4. Utilidad Metodológica	5
1.5.5. Valor teórico	6
1.6. Importancia de la Investigación	6
1.7. Limitaciones del estudio.	6
1.8. Delimitación.	6
1.9. Viabilidad del estudio	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Marco histórico.	8
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema.	18
2.2.1. En el ámbito internacional.	18
2.2.2. En el ámbito nacional.	25

2.2.3.	Artículos	50
2.3.	Estructura Teórica y científica.	94
2.3.1.	Concreto (Hormigón)	94
2.3.2.	Componentes	94
2.3.3.	Propiedades Mecánicas	96
2.4.	Definición de términos básicos.	96
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.		99
3.1.	Hipótesis.	99
3.1.1.	Hipótesis General.	99
3.1.2.	Hipótesis Específica.	99
3.2.	Variables.	99
3.2.1.	Variable Independiente (V.I.)	99
3.2.2.	Variable Dependiente (V.D.)	99
3.3.	Sistema de variables.	100
3.3.1.	Definición conceptual y Operacional	100
3.3.1.1.	Conceptual.	100
3.3.1.2.	Operacional	100
3.3.2.	Operacionalización de variables.	101
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		102
4.1.	Método de la investigación.	102
4.2.	Tipo de la investigación.	102
4.3.	Nivel de la investigación.	103
4.4.	Diseño de la investigación.	103
4.5.	Población y Muestra	103
4.5.1.	Población	103
4.5.2.	Muestra	103
4.5.3.	Unidad de análisis.	104
4.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	105
4.6.1.	Técnica de Investigación	105
4.6.2.	Instrumento de Recolección de Datos	105

4.7.	Descripción de procedimiento y análisis.	105
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		106
5.1.	Análisis e interpretación de resultados	108
5.2.	Contrastación de Resultados	122
1.	Contrastación de la Primera hipótesis	122
2.	Contrastación de la Segunda hipótesis	123
3.	Contrastación de la Tercera hipótesis	124
4.	Contrastación de la Cuarta hipótesis	125
5.	Contrastación de la Quinta hipótesis	126
6.	Contrastación de la Sexta hipótesis	128
CAPITULO VI: DISCUSIÓN		129
6.1.	Discusión.	129
CONCLUSIONES.		131
RECOMENDACIONES.		134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		136
ANEXOS		144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del trabajo experimental	23
Tabla 2 Resultado ensayo resistencia a compresión de probetas ensayadas en la serie 1	24
Tabla 3 Resultado ensayo resistencia a compresión de probetas ensayadas en la serie 2.	24
Tabla 4 Resultado ensayo resistencia a compresión de probetas ensayadas en la serie 3	25
Tabla 5 Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.	26
Tabla 6 Contenido de agua de la mezcla	27
Tabla 7 Relación a/c y resistencia a la compresión del concreto.	28
Tabla 8 Ensayos de resistencia a la compresión de probetas expuestas a temperaturas.	28
Tabla 9 Cuadro de resumen porcentual a la compresión del concreto patrón vs. concreto sometido a la acción del fuego	29
Tabla 10 Numero de especímenes para ensayos	30
Tabla 11 Resultados de ensayos a compresión de especímenes expuestos a temperaturas.	31
Tabla 12 Resistencia a la Compresión de Curado en Tiempo Ambiente	32
Tabla 13 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 10°C	33
Tabla 14 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 15°C	34
Tabla 15 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 20°C	35
Tabla 16 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 25°C	35

Tabla 17 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 30°C	36
Tabla 18 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 35°C	37
Tabla 19 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 40°C	37
Tabla 20 Número de Muestras cilíndricas sometidas a ensayos de compresión.	38
Tabla 21 Número de Muestras cilíndricas sometidas a ensayos de exposición a fuego para una resistencia a la compresión $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	39
Tabla 22 Número de Muestras cilíndricas sometidas a ensayos de exposición a fuego para una resistencia a la compresión $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$	39
Tabla 23 Conglomerado del diseño del concreto patrón 210 y 280 kg/cm ² .	39
Tabla 24 Resumen de los diseños de mezcla 210 y 280 kg/cm ² con caucho y vidrio sódico cálcico.	40
Tabla 25 Asentamiento de la mezcla patrón y mezcla con caucho y vidrio sódico cálcico.	41
Tabla 26 Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas para el diseño de concreto patrón y con materiales reciclado ($f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$).	42
Tabla 27 Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas para el diseño de concreto patrón y con materiales reciclado ($f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$).	43
Tabla 28 Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas del diseño de concreto patrón y con materiales reciclados sometidos a altas temperaturas a los 28 días. ($f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$).	44
Tabla 29 Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas del diseño de concreto patrón y con materiales reciclados sometidos a altas temperaturas a los 28 días. ($f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$).	45
Tabla 30 Diseño de mezcla 210 kg/cm ²	48

Tabla 31 Resistencia del concreto para condiciones de temperatura ambiental (7 días)	48
Tabla 32 Resistencia del concreto para condiciones de temperatura ambiental (21 días)	49
Tabla 33 Resistencia del concreto para condiciones de temperatura ambiental (28 días)	49
Tabla 34 Operacionalización de Variables	101
Tabla 35 Muestreo de testigos para ensayos en laboratorio	104
Tabla 36 Rango de consistencia del concreto según Asentamiento.	106
Tabla 37 Relación Agua/Cemento por Resistencia	107
Tabla 38 Condiciones especiales de exposición	107
Tabla 39 Comparación de Asentamiento de concreto con aditivos para temperatura media (20°C +-1°C).	108
Tabla 40 Comparación de Asentamiento de concreto con aditivos para temperatura media (-18°C a -20°C).	110
Tabla 41 Comparación de Asentamiento de concreto con aditivos para temperatura media (20°C a 25°C).	112
Tabla 42 Comparación de ensayos en concreto endurecido a los 28 días en concretos con aditivos a (20°C +-1°C)	114
Tabla 43 Comparación de Ensayo en concreto endurecido a los 28 días en concretos con aditivos a (-5°C±1°C)	116
Tabla 44 Comparación de ensayos en concreto endurecido a los 28 días en concretos con aditivos a (-18°C a -20°C)	118
Tabla 45 Comparación de ensayos en concreto endurecido a los 28 días en concretos con aditivos a (20°C-25°C)	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de temperatura de la investigación planteada por el grupo de trabajo de CTC-061	19
Figura 2 Cámara climática	19
Figura 3 Caja especial	20
Figura 4 Fabricación de hormigón	20
Figura 5 Características de las amasadas 1-15	22
Figura 6 Características de las amasadas a y b	23
Figura 7 Resistencia a la compresión de concreto sometido a la acción directa del fuego	28
Figura 8 Figura comparativa de la resistencia del concreto patrón en relación al concreto sometido a altas temperaturas.	29
Figura 9 Resistencia a la compresión 7 días de edad	31
Figura 10 Resistencia a la compresión 14 días de edad	31
Figura 11 Resistencia a la compresión 28 días de edad	32
Figura 12 Resistencia a la Compresión de Curado en Tiempo Ambiente	33
Figura 13 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 10°C	34
Figura 14 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 15°C	34
Figura 15 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 20°C	35
Figura 16 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 25°C	36
Figura 17 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 30°C	36
Figura 18 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 35°C	37
Figura 19 Resistencia a la Compresión de Curado en T. 40°C	38
Figura 20 Asentamiento de la mezcla patrón y mezcla con sustitución de materiales.	41

Figura 21 Resistencia a la compresión del f ^c 210 con y sin caucho y vidrio sódico cálcico.	42
Figura 22 Resistencia a la compresión del f ^c 280 con y sin caucho y vidrio sódico cálcico	44
Figura 23 Resistencia a la compresión de muestras con y sin caucho y vidrio sódico cálcico de f ^c = 210 kg/cm ² a a los 28 días, después de haber sido sometidas a altas temperaturas.	45
Figura 24 Resistencia a la compresión de muestras con y sin caucho y vidrio sódico cálcico de f ^c = 280 kg/cm ² a los 28 días, después de haber sido sometidas a altas temperaturas.	46
Figura 25 Asentamiento de Concreto con aditivos para temperatura media (20°C +-1°C)	109
Figura 26 Asentamiento de Concreto con aditivos para temperatura media (-18°C a -20°C)	111
Figura 27 Asentamiento de Concreto con aditivos para temperatura media (20°C a 25°C)	113
Figura 28 Comparación de Resistencia del concreto con aditivos a 28 días a (20°C +-1°C)	115
Figura 29 Comparación de Resistencia del concreto con aditivos a 28 días a (5°C +-1°C)	117
Figura 30 Comparación de Resistencia del concreto con aditivos a 28 días a (18°C a -20°C)	119
Figura 31 Comparación de Resistencia del concreto con aditivos a 28 días a (20°C a 25°C)	121

RESUMEN

La presente tesis realizada lleva como título “Influencia de la Temperatura en las Propiedades Mecánicas del Concreto con Aditivos”, tuvo como objetivo principal determinar el mejor aditivo y su dosificación óptima, según la temperatura del medio en donde es vaciado, para evitar alteraciones en las propiedades mecánicas del concreto. Esta investigación fue documental bibliográfico en donde los estudios revisados utilizaron el método deductivo, enfoque cuantitativo y orientación aplicada, nivel descriptivo, correlacional y explicativo, el diseño experimental, longitudinal, retrospectivo y estudio de cohorte. Conforme se desarrolló la investigación se observó que el uso de aditivo superplastificante en una dosificación de 1,5% y relación a/c de 0,35 en condiciones de clima fríos, se obtienen asentamientos entre el rango de 55 a 73mm., a la edad de 28 días los ensayos de concreto endurecido muestran resistencias a la compresión de 44,06 MPa., asimismo la resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción aumentan significativamente llegando a 3,36 MPa. y 4.1 MPa. respectivamente. Para climas cálidos el uso de aditivo superplastificante más adición de cenizas volantes en una dosificación de 2,4% y 3,0% respectivamente y una relación a/c de 0,17 se obtienen asentamientos entre el rango de 200 a 220mm, a la edad de 28 días los ensayos de concreto endurecido muestran resistencias a la compresión de 165 MPa, de igual manera la resistencia a la tracción aumenta llegando a 31,5 MPa. Para esta investigación, se concluye que el uso de aditivos super plastificantes incrementan las propiedades mecánicas del concreto, en diferentes condiciones climáticas.

Palabras Claves: Influencia de la temperatura, propiedades mecánicas, aditivos.

ABSTRACT

The present thesis carried out as title "Influence of Temperature on the Mechanical Properties of Concrete with Additives", had as its main objective to determine the best additive and its optimal dosage, according to the temperature of the medium where it is emptied, to avoid alterations in the properties concrete mechanics. This research was a bibliographic documentary where the reviewed studies used the deductive method, quantitative approach and applied orientation, descriptive, correlational and explanatory level, experimental, longitudinal, retrospective design and cohort study. As the research was developed, the use of superplasticizer additive is applied in a dosage of 1.5% and a w / c ratio of 0.35 in cold weather conditions, settlements between the range of 55 to 73mm are obtained.,

at the age of 28 days the tests of hardened concrete show compressive strengths of 44.06 MPa, as well as flexural strength and delayed tensile strength reaching 3.36 MPa. and 4.1 MPa. respectively. For hot climates the use of superplasticizer additive plus the addition of fly ash in a dosage of 2.4% and 3.0% respectively and a w / c ratio of 0.17, settlements between the range of 200 to 220mm are obtained, at the 28 days old, the hardened concrete tests show compressive strengths of 165 MPa, in the same way the tensile strength increases reaching 31.5 MPa. For this research, it is concluded that the use of super plasticizer additives increase the mechanical properties of concrete, in different climatic conditions.

Keywords: Influence of temperature, mechanical properties, settlement.

INTRODUCCIÓN

El concreto debido a sus prestaciones en estado fresco y endurecido, es por excelencia el material más utilizado en el mundo para la construcción de obras de infraestructura y edificación, sin embargo en condiciones climáticas extremas, ya sean altas o bajas temperaturas, influyen de manera negativa en cualquiera de sus dos estados mencionados, debido a ello, se ve la necesidad de hacer uso de los diferentes aditivos, los cuales permiten mitigar los efectos negativos y perjudiciales reflejados en la calidad final del concreto.

La presente tesis hace posible amplificar el conocimiento de los diferentes aditivos como son: los superplastificantes, incorporadores de aire, cenizas volantes, anti congelante, entre otros; además de su uso y dosificación al concreto en diferentes condiciones climáticas extremas.

Las temperaturas debido a las diferentes condiciones climáticas, son un factor a considerar dentro del diseño de mezcla del concreto ya que estas influyen en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido, que a su vez estas son determinantes para obtención de un concreto durable y resistente. Es por ello que esta investigación analiza la mejora de las propiedades del concreto a través de la incorporación de aditivos en diferentes dosis, relación a/c y temperaturas, para llegar a una dosificación óptima dependiendo la condición ambiental.

Esta investigación consta de seis capítulos; El capítulo 1, describe el planteamiento del problema, objetivos, la justificación y viabilidad de la investigación. Asimismo, tenemos presentes las limitaciones del estudio; el capítulo 2, desarrolla el marco teórico en dónde se profundiza con la ayuda de antecedentes, definiciones con las cuales podemos dar a conocer con mayor alcance los conceptos relacionados al tema de investigación planteadas. Apoyándonos en diversas fuentes; el capítulo 3, encuentra el sistema de hipótesis y formulamos la hipótesis general y específica, Asimismo, el diseño del sistema de variables; el capítulo 4, precisa el tipo, nivel, diseño y método de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección y procesamiento del análisis de datos. Se realizó el diseño metodológico; el capítulo 5, describe la presentación de resultados y contrastación

de la hipótesis de la investigación; el capítulo 6, desarrolla la discusión, conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación de la realidad problemática.

El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo, debido a su fácil y rápida preparación, su alta eficacia y trabajabilidad, pero existen diversos agentes externos que afectan a las propiedades mecánicas del concreto en la etapa de fraguado y, en consecuencia, a la calidad final de este. Orozco, Avila, Restrepo, & Parody, (2018) .

Las temperaturas extremas son uno de los agentes que comprometen la resistencia y por consiguiente la durabilidad del concreto, en el caso de temperaturas altas el fraguado puede presentarse de una forma rápida y hay una mayor probabilidad de que se produzcan grietas, lo que también repercute en el control de contenido de aire; en el caso de temperaturas bajas el concreto no desarrolla resistencia debido a que la velocidad de hidratación es lenta, se prolonga el tiempo de fraguado y en algunos casos hasta llega a detenerse, trayendo consigo consecuencias a contracciones y extensiones en el concreto.

Todo esto nos lleva a que la temperatura del concreto es una variable importante que se tiene que controlar dentro de los procesos constructivos de una estructura para asegurar la durabilidad y resistencia del mismo.

1.2. Contextualización y Delimitación del Problema

El impacto de las temperaturas extremas es un problema que perjudica a la durabilidad y resistencia del concreto; se consideran temperaturas extremas para el concreto cuando la temperatura ambiental es inferior a 5° C y superior a los 28° C; puesto que en el Perú se tiene una gradiente térmica diferente para cada región, la temperatura (alta o baja) afecta de diferente manera a las propiedades mecánicas del concreto, ocasionando distintos efectos perjudiciales como son: elevado ritmo de evaporación del agua o la lenta velocidad de hidratación en el proceso de fraguado del concreto, todo ello afectando directamente a la calidad final de este.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo los aditivos y las diferentes temperaturas ambientales influyen en las propiedades del concreto?

1.3.2. Problema específico

- a) ¿Cómo los aditivos y la temperatura media influyen en el asentamiento del concreto?
- b) ¿Cómo los aditivos y la temperatura baja influyen en el asentamiento del concreto?
- c) ¿Cómo los aditivos y la temperatura alta influyen en el asentamiento del concreto?
- d) ¿Cómo los aditivos y la temperatura media influyen en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto?
- e) ¿Cómo los aditivos y la temperatura baja influyen en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto?
- f) ¿Cómo los aditivos y la temperatura alta influyen en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar la incorporación de aditivos en diferentes temperaturas ambientales para mejorar las propiedades del concreto.

1.4.2. Objetivo Específicos

- a) Analizar la incorporación de aditivos en temperatura media para mejorar el asentamiento del concreto.
- b) Analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja para mejorar el asentamiento del concreto.
- c) Analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta para mejorar el asentamiento del concreto.
- d) Analizar la incorporación de aditivos en temperatura media para mejorar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

- e) Analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja para mejorar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.
- f) Analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta para mejorar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

1.5. Justificación de la Investigación

1.5.1. Conveniencia

La presente investigación servirá como base teórica de la influencia de las temperaturas extremas en las propiedades mecánicas del concreto armado, para la ampliación de conocimiento sobre el tema, futuras investigaciones, consideraciones en los diseños y vaciado de mezcla de concreto en regiones que presenten temperaturas extremas, asegurando la calidad final del concreto.

1.5.2. Relevancia Social

Es importante para toda empresa constructora, consultora, concretera o persona que trabaje con concreto, conocer la influencia de la temperatura en las propiedades mecánicas del concreto, al ser uno de los principales agentes externos que afectan directamente a la durabilidad y resistencia del concreto, más aún en regiones con temperaturas extremas (altas o bajas).

1.5.3. Aplicaciones Prácticas

El desarrollo de la investigación contribuirá a la debida importancia de la temperatura en el concreto, siendo esta una variable que se tiene que controlar y que no se debe olvidar dentro de los procesos constructivos de una estructura.

1.5.4. Utilidad Metodológica

Se realizará la selección de documentos, artículos y tesis relacionadas al tema de investigación, seguidamente se analizará el desarrollo experimental de estas investigaciones, para después realizar un proceso de comparación de resultados de dichas investigaciones, teniendo en cuenta los lineamientos puestos en la norma E060.

1.5.5. Valor teórico

El estudio determinara que la exposición del concreto a condiciones extremas de temperatura (alta o baja), hace necesaria el uso de aditivos en una correcta dosificación, a fin de evitar contracciones plásticas, acelerados procesos de evaporación, agrietamientos entre otros problemas. Los aditivos garantizaran la correcta trabajabilidad del concreto, su resistencia y por consiguiente su durabilidad.

1.6. Importancia de la Investigación

Frente al problema planteado son pocas las investigaciones que hayan llegado a posibles recomendaciones del uso de aditivos. En su mayoría se trata manuales de buenas prácticas en la construcción que se limitan a recomendar algunas acciones y consideraciones concretas, controlando la temperatura de éstos o evitando que las temperaturas extremas incidan en el estado fresco o endurecido del concreto.

Los resultados de esta investigación serán útiles puesto que se plantarán el uso de aditivos en diferentes escenarios del concreto expuesto a temperaturas altas o bajas, siendo de gran ayuda para toda empresa constructora, consultora, concretera o persona que trabaje con concreto sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia final del concreto.

1.7. Limitaciones del estudio.

El estudio estado limitado al tema de la incorporación de aditivos al concreto expuesto a diferentes condiciones climáticas, los aditivos, así como su dosificación varían según el investigador.

La presente investigación no realiza ensayos de laboratorio, ya que es una investigación documental o bibliográfica, limitada por las fuentes bibliográficas citadas, como son: artículos, tesis, revistas, normas técnicas, libros y demás documentos.

1.8. Delimitación.

La investigación se realiza en Lima-Perú en el año 2020, presenta como temática al estudio de la variable independientes: temperatura ambientales y aditivos, para mejorar las propiedades del concreto. La muestra son los

ensayos de asentamiento, compresión, tracción y flexión realizados por los autores de cada artículo analizado.

1.9. Viabilidad del estudio

La investigación es posible debido a que se tiene como base investigaciones pasadas de tipo experimental y teórico relacionadas al tema, además de libros, artículos, tesis, entre otras fuentes a las cuales tienen bases científicas aprobadas y revisadas, por consiguiente, al tener fuentes fidedignas, la presente investigación será viable y aplicable en su campo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico.

La historia del concreto es tan antigua que ni siquiera sabemos cuándo y dónde comienza. Es una historia de descubrimiento, experimentación y misterio. Emperadores y reyes se convirtieron en leyendas al erigir grandes estructuras de concreto (hormigón), algunas de las cuales siguen siendo un misterio para los ingenieros de hoy. Muchos de los arquitectos más hábiles de la historia encontraron inspiración en losas del material de construcción gris.

El concreto de hoy se fabrica utilizando cemento Portland, agregados gruesos (piedra) y agregados finos (arena) y agua. Los aditivos son productos químicos que se agregan a la mezcla de concreto para controlar sus propiedades de fraguado y se usan principalmente al colocar concreto durante condiciones ambientales extremas, como temperaturas altas o bajas. (Arquitectura Pura, 2020)

Gomathi & Sivakumar, (2015). Este estudio investiga el comportamiento mecánico del hormigón que incorpora agregados ligeros a base de cenizas volantes. Se evaluó sistemáticamente la evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de cenizas volantes sinterizados y adheridos en frío. Las mezclas de concreto de diseño se llegaron teóricamente utilizando el concepto de empaque de agregados con diferentes combinaciones de sistema de dos fases (mortero y agregado de cenizas volantes). Los resultados de las pruebas experimentales indicaron mejoras favorables en la resistencia mecánica del concreto que incorpora agregados de cenizas volantes sinterizadas en comparación con los agregados adheridos en frío. Los resultados de las pruebas también demostraron que se encontró que la resistencia compuesta del hormigón mejora cuando la relación entre el volumen de agregado grueso y el volumen de mortero de cemento es menor. Más destacado, las mezclas de concreto sustituidas con agregado de cenizas volantes sinterizadas (62%) exhibieron una resistencia máxima a la compresión de 39.97 MPa cuando se sometieron

a curado con agua caliente. En general, se observaron propiedades favorables de ganancia de resistencia en el caso de muestras de concreto con agregado de cenizas volantes expuestas a curado con vapor acelerado o con agua caliente. En este estudio también se informaron los efectos sobre las propiedades de resistencia de varios hormigones agregados de cenizas volantes sometidos a varias pruebas de durabilidad.

Se encontró que la resistencia al aplastamiento y al impacto de los agregados era satisfactoria según lo requerido para su uso en aplicaciones estructurales de peso ligero. Se encontró que la resistencia al aplastamiento individual de los agregados de tamaño pequeño era mayor que la de los agregados de tamaño grande. En comparación con los agregados adheridos en frío, se encontró que las propiedades mecánicas de los agregados sinterizados eran más altas y se obtuvo una resistencia máxima al aplastamiento de 20,62 MPa.

Ismail & Hassan, (2019). Este estudio evaluó la resistencia a la abrasión y al impacto de una serie de hormigones autocompactantes y vibrados antes y después de la exposición a ciclos de congelación y descongelación en presencia de sales de deshielo (incrustaciones de sal).

El estudio investigó los efectos de los materiales cementantes suplementarios (cenizas volantes (FA), escoria (SL), humo de sílice (SF) y metacaolín (MK)), contenido de aglutinante (250 kg / m³ y 500 kg / m³), tamaño de agregado grueso (10 mm y 20 mm) y relación de agregado grueso a fino (C / F) (0.7 y 2).

Todas las muestras moldeadas se curaron en húmedo a una temperatura ambiente controlada de $25 \pm 1,5$ C durante 28 días antes de la prueba. Posteriormente todas las muestras se colocaron en un ambiente de congelación con una temperatura constante de -18°C durante 16-18 h y luego se colocaron para descongelar en aire de laboratorio a 23°C y una humedad relativa del 45% al 55% durante 6-8 h. Este ciclo se repitió diariamente hasta 50 ciclos.

Se observó alrededor de un 32,5% de daño por incrustación promedio adicional en las muestras que fueron expuestas a la abrasión antes de congelarse y descongelarse en comparación con las muestras no desgastadas expuestas a congelación y descongelación. Además, la preexposición a los ciclos de congelación y descongelación redujo significativamente la resistencia y la abrasión, especialmente en concreto con bajo contenido de aglutinante y concreto con alta relación de agregado C / F. Los hormigones con SF y / o MK mostraron la mayor resistencia a la abrasión y carga de impacto (antes y después de la exposición a incrustaciones de sal) mientras que el hormigón con FA mostró la menor resistencia.

Svintsov, Shchesnyak, Galishnikova, & Fediuk, (2020). En este artículo el objetivo del estudio es desarrollar un aditivo plastificante nano modificado de alta tecnología aplicado a las condiciones de hormigonado y curado a una temperatura exterior de -5°C. La originalidad de este aditivo radica en un complejo de cuatro componentes: sulfo-naftaleno-formaldehído superplastificante (SNF), nano-sílice amorfa (nano-SiO₂), resina de madera saponificada (WSR), antiinhibidor de congelación (NaNO₃).

Se utilizaron los siguientes materiales para obtener hormigón con una resistencia a la compresión de 19,6 MPa. cemento Portland CEM I 42,5N. Propiedades físicas y mecánicas del cemento (resistencia a la compresión a los 2 días - 22,8 MPa, a los 28 días - 49,1 MPa), Arena de cantera de construcción con el módulo de finura FM = 2.05, Granito triturado con las fracciones de 5-20 mm, Sulfo-naftaleno-formaldehído el superplastificante (SNF), Resina saponificada de madera (WSR), Aditivo anticongelante de nitrato de sodio (NaNO₃) y Nanosilica.

Los especímenes fueron moldeados en cubos de 100 x 100 x 100 mm, De acuerdo con el plan del experimento, el número mínimo de muestras para cada prueba fue n = 5. El número de muestras sin modificar aditivos fue de 3 cubos por cada composición. El número de especímenes producidos fue de 324 unidades.

Se estudiaron en un sitio de construcción con una temperatura del aire de +5°C a -6°C, las muestras de control se probaron después de 3, 7, 14 y 28 días de curado.

El aditivo complejo nano-modificado se probó durante la construcción de un edificio de estacionamiento de cinco pisos. La calidad de las estructuras resultantes corresponde a los valores de diseño. La resistencia a la compresión alcanzada de las muestras con el aditivo a la edad de 3, 7, 14 y 28 días promedió 4,4 MPa, 6,7 MPa, 13,6 MPa y 19,6 MPa, respectivamente. Esto permite asumir que la resistencia del hormigón aumenta con la intensidad requerida y es del 23,3%, 35,6%, 71,4% y 100%, respectivamente. El cambio en la resistencia del hormigón a lo largo del tiempo muestra que la reacción de hidratación del cemento Portland se desarrolla con éxito sin congelación ni cristalización del agua libre.

Tavasoli, Nili, & Serpoosh, (2018). La resistencia a las heladas del hormigón autocompactante (SCC) es muy importante en estructuras expuestas al clima frío. Por otro lado, la escoria de alto horno granulada molida (GGBS) como material de desecho de las industrias puede ser reemplazada por cemento con el fin de reducir el costo de producción del hormigón y también disminuye la contaminación ambiental. En este estudio, se investigó la resistencia al congelamiento-descongelamiento de la mezcla de SCC preparada con una relación a / c de 0.44 y con cemento de 418 kg / m³ de acuerdo con la norma ASTM C 666. En estos experimentos, el cemento se reemplaza con 0%, 30%, 50%, 65% y 80% de GGBS. Se ensayaron otras mezclas de SCC que combinaban 50% de GGBS con 5%, 10% y 15% de humo de sílice para evaluar la resistencia a la congelación-descongelación. La resistencia a las heladas del SCC está muy influenciada por el porcentaje de GGBS, que reduce la durabilidad del hormigón al aumentar el porcentaje de sustitución de escoria.

Se concluyó que el uso de 50% de GGBS en SCC no tiene un efecto impresionante sobre el concreto resistente a las heladas. Pero más que eso, los factores de durabilidad, como el módulo de elasticidad dinámica relativa

y la pérdida de peso, han mostrado una gran reducción de la resistencia al congelamiento y descongelamiento.

Al agregar humo de sílice al SCC incorporado con GGBS, se demostró que la resistencia a las heladas se redujo. Debería ser debido a la disminución de la porosidad del hormigón que se realiza mediante diminutas partículas de humo de micro sílice. Como parece, el uso de humo de sílice al 5% es más efectivo y más del 5% de uso de SF reduce la resistencia a las heladas.

Liu, Yan, Hu, Sun, & Zou, (2015). Aclaramos los efectos de mezcla concreto base utilizado en la resistencia al congelamiento / descongelamiento del concreto agregado reciclado con incorporación de aire (ARAC). Se utilizaron tres hormigones sin aire incorporado y uno con aire incorporado para preparar muestras de agregado grueso reciclado (RCA). También se investigaron tres enfoques de mezcla. Las resistencias a las heladas de las muestras ARAC producidas utilizando un RCA obtenido a partir del hormigón no incorporado de alta resistencia, así como el incorporado por aire, fueron cercanas a las del hormigón convencional. El método de mezcla utilizado no tuvo ningún efecto sobre la resistencia a las heladas. Se propone un posible mecanismo para el fallo de ARAC.

Se concluye que la resistencia a las heladas de ARAC está estrechamente relacionada con la RCA utilizado, mientras que las propiedades de RCA dependen principalmente de su hormigón madre. La muestra ARAC preparada con RCA derivado de un concreto base con alta resistencia a las heladas, como un concreto de alta resistencia o un concreto con aire incorporado, exhibió una alta resistencia FT, así como casi la misma durabilidad FT que la del aire convencional. hormigón arrastrado. Por otro lado, la muestra ARAC preparada con RCA obtenido de un concreto sin aire incorporado exhibió poca resistencia a las heladas.

Rizzuto, y otros, (2020). En esta investigación, se estudiaron los efectos de un clima cálido sobre las propiedades frescas y endurecidas del hormigón

autopolimerizable (SC) y el hormigón convencional normal (NC) en climas cálidos. Se añadió un agente de autocurado de polímero soluble en agua, polietilenglicol (PEG 400), a las mezclas SC.

Los parámetros de prueba fueron materiales secos de hormigón (25°C o 50°C) y / o temperaturas del agua de mezcla (5°C, 20°C o 35°C) en el momento del mezclado. Las muestras NC se curaron continuamente con agua a 25°C o 50°C, mientras que las SC se curaron al aire a las mismas temperaturas. Las propiedades probadas fueron trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por rotura y resistencia a la flexión.

Comparando la fuerza de las mezclas preparadas con materiales secos a 50°C con los preparados con materiales secos a 25°C queda claro que el aumento de la temperatura de las pilas de almacenamiento del sitio, tuvo un efecto perjudicial en la resistencia a la compresión del hormigón.

A los 28 días, cuando la temperatura de los materiales secos se incrementó de 25 C a 50 C, las mezclas NC se perdieron entre 52,9 y 60,5% de su resistencia a la compresión. col. registró una resistencia a la compresión de 39,5 MPa para mezclas preparadas con materiales secos que tienen una temperatura de 25°C, agua con una temperatura de 20°C y agua curada a una temperatura de 25 C. Cuando se aumentó la temperatura de los materiales secos a 50°C, manteniendo todas las demás condiciones iguales, la resistencia a la compresión registrada fue de solo 20 MPa.

Se descubrió que SC superó a NC en diversas condiciones. Los resultados no se pueden atribuir simplemente a la retención de agua de la mezcla por el aditivo autopolimerizable. Se propone una explicación más completa de las observaciones. resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por rotura y resistencia a la flexión.

Muthusamy, y otros, (2019). El presente estudio tiene como objetivo investigar las propiedades mecánicas a largo plazo del hormigón de clínker de aceite de palma de alta resistencia que contiene cenizas de combustible de aceite de palma (POFA) molido. Se prepararon mezclas de concreto que

contenían 0% a 40% de POFA y se curaron hasta por 1 año en un ambiente tropical húmedo. La aplicación de POFA al 10% mejoró la resistencia del hormigón de manera significativa en comparación con otras mezclas. La doble acción del POFA a través de la reacción puzolánica y el relleno de los poros que refina la estructura interna dio como resultado un concreto más denso que es capaz de soportar cargas más altas.

En la presente investigación se ha utilizado un cemento de origen único para aglutinar; cemento Tipo I según MS EN 197 Parte 1, El POFA fue suministrado por una fábrica de procesamiento de frutas de palma aceitera en el distrito de Maran, Malasia. Se utilizó agregado POC para producir hormigón clínker de aceite de palma (POC) en el presente estudio.

Se fundieron cinco tipos de mezclas, se identificó como GP0, GP10, GP20, GP30 y GP40. Todas las pruebas de propiedades mecánicas de las muestras se realizaron a las edades de 7, 28, 60, 90, 180, 270 y 365 días. Las pruebas para determinar la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, la resistencia a la tracción por división y el módulo de elasticidad de las muestras se llevaron a cabo siguiendo los procedimientos de los métodos estándar.

La aplicación de POFA al 10% en la sustitución del cemento ha aumentado parcialmente con éxito la resistencia del hormigón (62 MPa) entre otros porcentajes de POFA; Se pudo observar que más allá del 10% de reemplazo de POFA de OPC, las mezclas exhibieron una reducción de resistencia continua a medida que aumentaba la cantidad de POFA en las mezclas tanto en curadas con agua y expuestas a la intemperie.

Se concluye que el POFA molido es adecuado para su uso en concreto clínker de aceite de palma (POC), lo que reduce los problemas ambientales iniciados por la industria del aceite de palma, particularmente a través de sus desechos.

Liu, Farzadnia, Shi, & Ma, (2019). En este estudio, se investigaron los efectos del polímero superabsorbente (SAP) sobre la contracción del hormigón de ultra alta resistencia (UHSC) en condiciones de secado. Se midió

la contracción total y la contracción autógena de las muestras de UHSC de dos tamaños con y sin SAP y se calculó la contracción por secado asociada. Además, se obtuvo la humedad relativa interna (IRH), agua libre y agua ligada químicamente a diferentes distancias de la superficie de secado y se comparó con las probetas selladas para analizar el mecanismo de contracción de UHSC con SAP en condiciones de secado. Los resultados mostraron que SAP provocó una distribución desigual de la humedad en las capas interior y exterior en función de la distancia desde la superficie de secado.

La liberación de agua de SAP fue más rápida a distancias dentro de los 3 cm de la superficie de secado, y el IRH cayó más rápidamente en comparación con las capas internas. En capas dentro de 3 a 10 cm de la superficie de secado, SAP pudo mantener el IRH comparable a aquellos bajo condiciones de sellado. En consecuencia, el entorno de secado tuvo menos influencia en el rendimiento de SAP en muestras de UHSC más grandes, y el efecto de restricción de SAP sobre la contracción fue superior al de las pequeñas. Además, el gradiente de humedad en las capas interna y externa condujo a diferentes cantidades de agua libre y agua unida químicamente en toda la matriz. La contracción total de UHSC en condiciones de secado tuvo una relación no lineal con la pérdida de humedad promedio debido al efecto acoplado de la auto-deseccación y la migración de agua a la superficie debido a la evaporación. SAP pudo mantener el IRH comparable a aquellos bajo condición sellada.

En consecuencia, el entorno de secado tuvo menos influencia en el rendimiento de SAP en muestras de UHSC más grandes, y el efecto de restricción de SAP sobre la contracción fue superior al de las pequeñas. Además, el gradiente de humedad en las capas interna y externa condujo a diferentes cantidades de agua libre y agua unida químicamente en toda la matriz. La contracción total de UHSC en condiciones de secado tuvo una relación no lineal con la pérdida de humedad promedio debido al efecto acoplado de la auto-deseccación y la migración de agua a la superficie debido a la evaporación. SAP pudo mantener el IRH comparable a aquellos bajo condición sellada.

Posteriormente, el entorno de secado tuvo menos influencia en el rendimiento de SAP en muestras de UHSC más grandes, y el efecto de restricción de SAP sobre la contracción fue superior al de las pequeñas. Además, el gradiente de humedad en las capas interna y externa condujo a diferentes cantidades de agua libre y agua unida químicamente en toda la matriz. La contracción total de UHSC en condiciones de secado tuvo una relación no lineal con la pérdida de humedad promedio debido al efecto acoplado de la auto-deseccación y la migración de agua.

Chen, Yao, Lu, & Leung, (2019). En este estudio, se investigó experimentalmente la propiedad de contracción de compuesto cementoso endurecible por deformación de alta resistencia (SHCC). El aditivo reductor de la contracción (SRA) y el cemento de sulfoaluminato de calcio (CSA) se emplearon en diferentes dosis para estudiar sus efectos sobre la reducción de la contracción en diferentes condiciones, así como el rendimiento mecánico. Los resultados revelan que una dosis mayor de SRA puede reducir más la contracción, mientras que la efectividad de la adición de cemento CSA depende de la relación entre el grado de hidratación del cemento CSA y el tiempo de fraguado. El uso combinado de cemento SRA y CSA produce una contracción aún menor. En cuanto al comportamiento mecánico, ambos aditivos reducen las resistencias a compresión y tracción, mostrando un mayor efecto el cemento CSA.

Según lo recomendado por ASTM C490 / C490M, se utilizaron muestras en forma de barra con un tamaño de 25 × 25 × 285 mm para la medición de la contracción. Además de las muestras de barra, también se prepararon muestras de cubos con una dimensión de 40 mm × 40 mm × 40 mm para la medición del tiempo de fraguado final (cuando la aguja Vicat no puede dejar una marca visible en la superficie

Cemento Portland ordinario Tipo I 52,5 N. Microsilica 920U proporcionada por Elkem Co. Superplastificante a base de policarboxilato en forma de solución (con un 30% de contenido de sólidos), Se realizaron las siguientes mezclas M5 (control), S4, S8, S12, C1, C3, C5, S4C3, S8C5

Tan pronto como ocurrió el fraguado final, todas las muestras se desmoldaron y sellaron de forma segura con unas pocas capas más de láminas de plástico y cintas adhesivas. La lectura de referencia inicial se tomó inmediatamente para todas las muestras, asumiendo que la contracción inductora de tensión comenzó en el fraguado final. A continuación, todas las muestras se mantuvieron dentro de una cámara con una temperatura de $25 \pm 0,5$ ° C y una humedad de $50 \pm 1\%$.

Al comparar los resultados entre diferentes mezclas, se puede decir que los efectos del cemento SRA y CSA sobre las resistencias a la tracción 14d fueron similares a los de la resistencia a la compresión 14d: S8 ligeramente más bajo que M5, y C5 y S8C5 aún más bajo. Aparte de los factores que afectan la resistencia a la compresión, la propiedad de contracción también puede afectar el comportamiento de tracción.

Jinchuan, Zhongwen, Xuxin, Jinming, & Yahui, (2017). Este estudio involucró investigar las contribuciones de la escoria de alto horno granulada (GBFS) y el curado interno (IC) mediante polímero superabsorbente (SAP) sobre el comportamiento de contracción, calor de hidratación y resistencia mecánica del concreto en polvo reactivo (RPC). Los resultados indicaron que la contracción autógena disminuyó con un aumento en el contenido de GBFS, y una combinación con IC mitigó completamente la contracción autógena e incluso condujo a una expansión neta.

Las materias primas utilizadas en este estudio incluyeron cemento Portland (PC) cemento II 42.5R, humo de sílice (SF), GBFS, arena de cuarzo, polvo de cuarzo, SAP y un superplastificante (SP). Una fibra de acero revestida de latón (13 mm de largo con 0,2 mm de diámetro) para mejorar la ductilidad del RPC

La prueba duró 72 h, y la temperatura operativa se mantuvo a 20°C durante todo el procedimiento. Finalmente, los resultados se normalizaron mediante un gramo de pasta. Se moldearon muestras con denominación: C-17, C-20, C-IC-20, C-22 C-IC-22, C-25, C-IC-25, B15-17, B15-20, B15-IC-20, B15-

22, B15-IC-22 B15-25, B15-IC-25, B30-17, B30-20, B30-IC-20, B30-22, B30-IC-22, B30-25, B30-IC-25, B50-17, B50-20, B50-IC-20, B50-22, B50-IC-22, B50-25, B50-IC-25, B80-17, B80-20, B80-IC-20, B80-22, B80-IC-22, B80-25, B80-IC-25, para realizar diferentes pruebas a 1 d, 3 d, 7 d, 14 d, 21 d, 28 d, 42 d, 56 d, 70 d y 100 d.

La resistencia mecánica disminuyó con la adición de GBFS. Sin embargo, la resistencia a la compresión aún excedía los 100 MPa incluso cuando el nivel de reemplazo de GBFS correspondía a un máximo del 50%. Si bien el CI por medio de SAP redujo ligeramente la resistencia, esta reducción fue aceptable dado el importante papel que desempeñó en la mitigación de la contracción autógena.

La contracción por secado y la pérdida de masa aumentaron significativamente con un aumento en el contenido de GBFS. El IC no mostró un efecto obvio sobre la contracción por secado y la pérdida de masa. Sin embargo, contrarrestó la alta contracción por secado al reducir significativamente la contracción autógena. La contracción total de RPC con IC y GBFS fue significativamente menor que sin IC y GBFS. La combinación de GBFS e IC puede resolver adecuadamente la deformación por contracción grave y proporcionar un método ecológico y de bajo costo para producir RPC.

2.2. Investigaciones relacionadas con el tema.

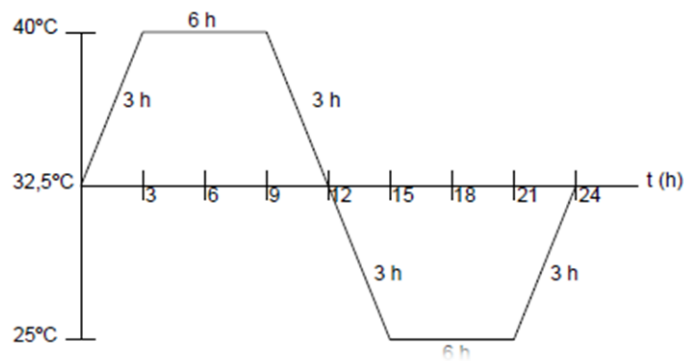
2.2.1. *En el ámbito internacional.*

García, (2011) Esta tesis tiene como principal objetivo estudiar la diferencia que pueda existir en la resistencia a la compresión entre dos formas de exposición durante la permanencia en la obra de probetas de hormigón recién enmoldadas, durante un periodo estival con temperaturas extremas, comparando los resultados de ambas exposiciones con probetas de patrón curadas en condiciones estándar de ambiente de laboratorio. Para ello se simula, en una caja climática de diseño específico, las condiciones ambientales de un mes caluroso de verano teniendo en cuenta los ciclos horarios de exposición al sol y de la temperatura ambiental, incorporando también en la experimentación un nivel de viento suave durante todo el proceso.

Para la Reduccion de la resistencia a compresion de las probetas de hormigon se tomo en cuenta los siguientes ciclos de temperatura.

Figura 1

Ciclo de temperatura de la investigación planteada por el grupo de trabajo de CTC-061



Fuente: García, (2011)

Los ciclos de temperatura a las que estará expuesta las probetas enmoldadas en la cámara climática durante un periodo de 24horas, siendo 40°C la temperatura más alta y 25°C la temperatura más baja, intentado reproducir las temperaturas a las que pudieran estar las probetas en obra. García, (2011)

Para la realización de las campañas experimentales, se utilizó una cámara climática capaz de ser programada para reproducir las condiciones ambientales específicas. García, (2011)

Figura 2

Cámara climática



Fuente: García, (2011)

Para guarecer las probetas dentro del cámara climática y no tengan una exposición directa al sol se han diseñado unas “cajas especiales”. García, (2011)

Figura 3
Caja especial



Fuente: García, (2011)

Para la elaboración de probetas se consideró el siguiente diseño de concreto cuya resistencia nominal es de 25 MPa, con relación nomina a/c de 0.65.

El volumen de hormigón de cada amasada fue de 39 litros, usando una amasadora eléctrica con capacidad para 75 litros. De cada amasada se obtuvo la consistencia del hormigón fresco mediante el ensayo de asentamiento (cono de Abrams). (García, 2011, pág. 71)

Figura 4
Fabricación de hormigón



Fuente: García, (2011)

El trabajo experimental se dividió en 3 series, cada una de ellas diferenciadas del resto en las condiciones de curado.

- 1ra Serie (Amasada 0)

Se realizó 1 amasada, enmoldando 6 probetas, para obtener la resistencia a compresión a 28 días de un hormigón con curado estándar.

Las 6 probetas se curaron en ambiente de laboratorio durante 24 horas y hasta el día del ensayo a compresión en cámara húmeda para romper a 28 días.

- 2da Serie (Amasada 1-15)

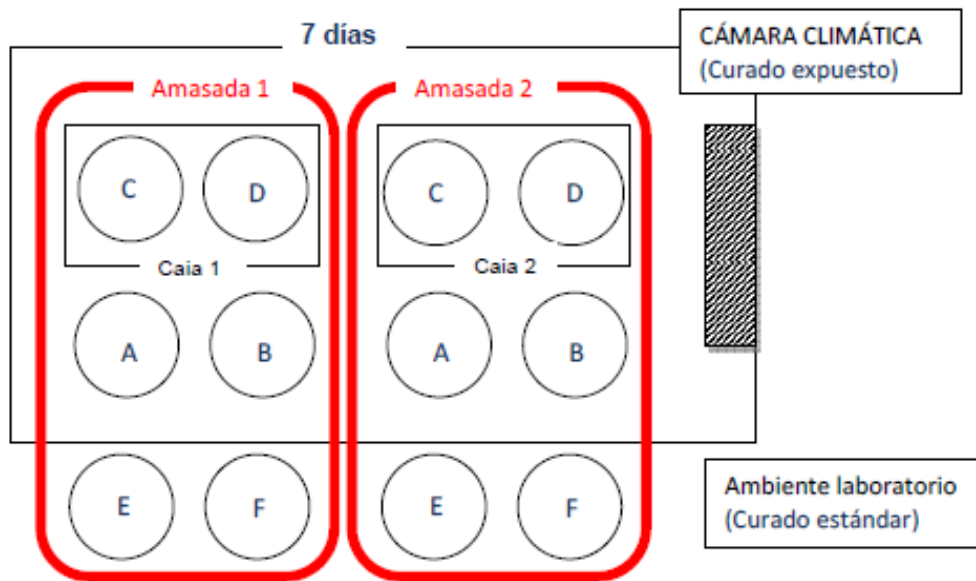
Se realizaron un total de 15 amasadas, enmoldando 6 probetas por amasadas, fabricándose un total de 90 probetas cilíndricas de 15x30cm y realizándose 30 ensayos de consistencia mediante el cono de Abrams.

De cada amasada las probetas se curaron de la siguiente manera:

- 2 probetas en cámara Climática, en condición de expuestas.(A y B)
- 2 probetas en cámara Climática, en condición de protegidas en el interior de la caja especial.(C y D)
- 2 probetas con curado estándar, en ambiente del laboratorio.(E y F)

De cada amasada, las 4 probetas curadas en condición de exposición, dentro de la cámara climática, estarán expuestas durante 3 días (72 horas) y se romperán a compresión a los 7 días de edad, mientras que las 2 probetas restantes curadas en condición estándar, se mantendrán en dicha exposición durante 1 día, siendo esta la decisión tomada ya que es la forma más favorable para su curado, rompiéndose igualmente a una edad de 7 días.

Figura 5
Características de las amasadas 1-15



Fuente: García, (2011)

- 3ra Serie (Amasada A-B)

Se realizaron un total de 2 amasadas, enmoldando 12 probetas por amasadas, con objeto de verificar a los 28 días la tendencia obtenida con las amasadas 1 a 15.

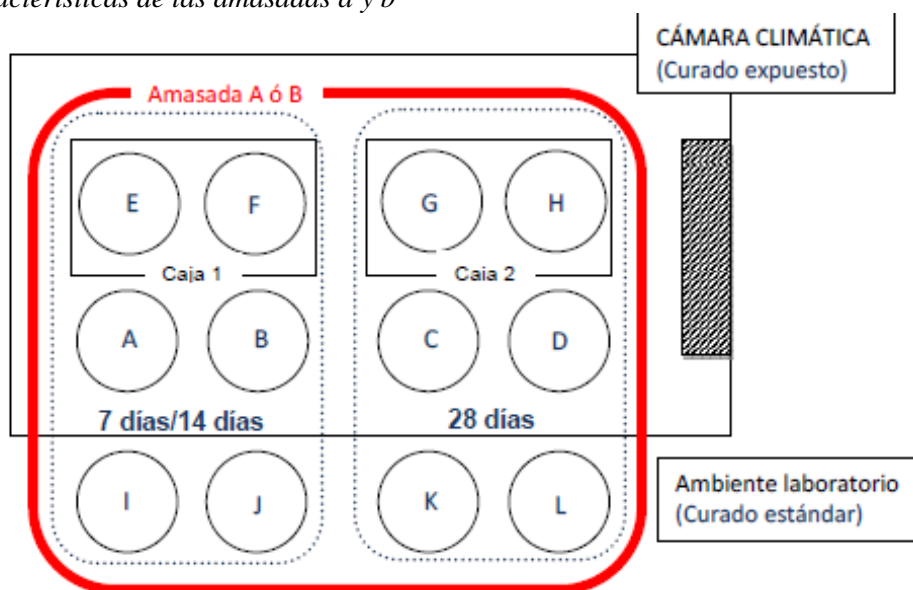
Se diferenciaron las 2 amasadas en que la primera se rompieron 6 probetas a 14 días y otras 6 a 28 días y en la segunda se rompieron 6 probetas a 7 días y las otras 6 a 28 días.

De cada amasada las probetas se curaron de la siguiente manera:

- 4 probetas en cámara Climática, en condición de expuestas, para romper 2 a 7 días/14 días y 2 a 28 días.(A, B, C y D)
- 4 probetas en cámara Climática, en condición de protegidas en el interior de la caja especial, para romper 2 a 7 días/14 días y 2 a 28 días (E, F, G y H)
- 4 probetas con curado estándar, en ambiente del laboratorio, fuera de cámara climática, para romper 2 a 7 días/14 días y 2 a 28 días.

De cada amasada, las 4 probetas curadas en condición de exposición, dentro de la cámara climática, estarán expuestas durante 3 días (72 horas).

Figura 6
Características de las amasadas a y b



Fuente: García, (2011)

Tabla 1
Características del trabajo experimental

SERIE	AMASADA	N° PROBETAS	DESMOLDEO		ROTURA
			Estándar	Expuestas	
1	0	6	24 horas	72 horas	28 días
2	1	6	25 horas	73 horas	7 días
2	2	6	26 horas	74 horas	8 días
2	3	6	27 horas	75 horas	9 días
2	4	6	28 horas	76 horas	10 días
2	5	6	29 horas	77 horas	11 días
2	6	6	30 horas	78 horas	12 días
2	7	6	31 horas	79 horas	13 días
2	8	6	32 horas	80 horas	14 días
2	9	6	33 horas	81 horas	15 días
2	10	6	34 horas	82 horas	16 días
2	11	6	35 horas	83 horas	17 días
2	12	6	36 horas	84 horas	18 días
2	13	6	37 horas	85 horas	19 días
2	14	6	38 horas	86 horas	20 días
2	15	6	39 horas	87 horas	21 días
3	A	12	40 horas	88 horas	14/28 días
3	B	12	41 horas	89 horas	7/28 días

Nota: Se muestran la de fabricación del hormigón y las características de amasado.

García,(2011)

Tabla 2*Resultado ensayo resistencia a compresión de probetas ensayadas en la serie 1*

AMASADA	ESTÁNDAR (Mpa)	
0	32.00	
	35.40	
	34.20	33,8
	34.90	
	33.60	
	32.90	

Nota: Podemos ver el resultado de la resistencia a compresión de las 6 probetas de la amasada 0 sometidas a un curado estándar para comprobar las resistencias en condiciones óptimas del hormigón. García, (2011)

Tabla 3*Resultado ensayo resistencia a compresión de probetas ensayadas en la serie 2.*

AMASADA	ESTANDAR (Mpa)	PROTEGIDO(Mpa)	EXPUESTA (Mpa)	
1	21.6	21.0	24.0	21.3
	20.4		23.8	22.6
2	22.0	22.1	20.7	22.3
	22.1		21.9	22.5
3	24.9	25.2	24.4	21.6
	25.5		24.0	20.6
4	23.6	22.3	19.9	18.3
	21.0		20.7	19.9
5	24.7	24.2	22.3	19.7
	23.8		22.5	20.8
6	23.0	24.3	21.8	21.0
	25.5		22.0	21.6
7	27.5	26.9	25.8	24.0
	26.2		25.4	25.2
8	22.5	23.5	20.6	22.2
	24.5		22.3	21.3
9	28.6	30.6	32.5	29.5
	32.5		31.7	31.0
10	24.6	24.9	24.0	23.0
	25.2		23.9	22.3
11	25.3	24.9	26.5	27.3
	24.5		26.9	27.1
12	21.9	23.5	22.3	19.6
	25.0		21.6	21.5
13	39.3	39.0	23.0	38.7
	38.6		22.6	37.4
14	26.1	26.0	25.4	23.9
	25.8		25.7	23.6
15	27.2	25.9	24.3	24.0
	24.6		24.6	24.0

Nota: Representamos los resultados de los ensayos a compresión de la Serie 2. Amasadas 1-15. García, (2011)

Tabla 4*Resultado ensayo resistencia a compresión de probetas ensayadas en la serie 3*

AMASADA	ROTURA	ESTANDAR (Mpa)		PROTEGIDO(MPA)		EXPUESTA (Mpa)	
A	14 días	31.6	29.8	28.2	28.3	27.1	27.4
		28		28.4		27.7	
	28 días	29	30.1	28.1	27.2	25.1	27.4
		31.2		26.4		29.6	
B	7 días	25.2	24.9	24.2	24.2	23.6	23.4
		24.6		24.1		23.2	
	28 días	31.3	31.7	29.9	29.5	28.1	28.3
		32		29.1		28.4	

Nota: Representamos los resultados de los ensayos a compresión de la Serie 3. Amasadas AyB. García, (2011)

2.2.2. En el ámbito nacional.

Chauca y Cruz, (2014). En esta tesis tiene por finalidad evaluar el comportamiento del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a altas temperaturas, para lo cual se procedió a habilitar los agregados tanto fino como grueso proveniente de las canteras Dulong Y Besique respectivamente, luego se procederá a realizar 36 probetas con los agregados mencionados y uso de cemento portland Tipo I.

El diseño de mezcla para las relaciones $a/c= 0.45, 0.50, 0.60$ fue realizado en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Nacional del Santa, luego del diseño se procedió a el realizado de las probetas de concreto en dicho laboratorio las dosificaciones de las probetas son de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, separados en grupos de 12 por cada dosificación para posteriormente ser sometidas al fuego a temperaturas controladas las cuales son ($300^\circ\text{C}, 600^\circ\text{C}, 800^\circ\text{C}$)

Para la realización de probetas se tomó en cuenta la estimación del agua de mezclado y contenido de aire. Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 5

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados								
	10 mm	12.5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm	
	(3/8")	(1/2")	(3/4")	(1")	(1 1/2")	(2")	(3")	(6")	
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1" a 2")	205	200	185	280	160	155	145	125	
80 a 100 (3" a 4")	225	215	200	295	175	170	170	140	
150 a 180 (6" a 7")	240	230	210	205	185	180	180	-	
Cantidad aproximada de aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120	
80 a 100 (3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135	
150 a 180 (6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	-	
Contenido total de aire incorporado (%), en función del grado de exposición	Exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
	Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

Nota: Como se observa, la tabla 6 no toma en cuenta para la estimación del agua de mezclado las incidencias del perfil, textura y granulometría de los agregados. Debemos hacer presente que estos valores tabulados son lo suficientemente aproximados para una primera estimación y que, dependiendo del perfil, textura y granulometría de los agregados, los valores requeridos de agua de mezclado pueden estar algo por encima o por debajo de dichos valores. Al mismo tiempo, podemos usar la tabla 5.2 para calcular la cantidad de agua de mezcla tomando en consideración, además de la consistencia y tamaño máximo del agregado, el perfil del mismo. Los valores de la tabla 5.2 corresponden a mezclas sin aire incorporado. Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 6*Contenido de agua de la mezcla*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Contenido de agua en el concreto, expresado en lt/m ³ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
		25mm a 50mm (1" - 2")		75mm a 100mm (3" - 4")		150mm a 175mm (6" - 7")	
mm.	Pulg.	Agregado redondeado	Agregado anguloso	Agregado redondeado	Agregado anguloso	Agregado redondeado	Agregado anguloso
9.5	3/8"	185	212	201	227	230	250
12.7	1/2"	182	201	197	216	219	238
19.1	3/4"	170	189	185	204	208	227
25.4	1"	163	182	178	197	197	216
38.1	1 1/2"	155	170	170	185	185	204
50.8	2"	148	163	163	178	178	197
76.2	3"	136	151	151	167	163	182

Nota: La tabla 7 nos muestra también el volumen aproximado de aire atrapado, en porcentaje, a ser esperado en un concreto sin aire incorporado y los promedios recomendados del contenido total de aire, en función del grado de exposición, para concretos con aire incorporado intencionalmente por razones de durabilidad a ciclos de congelamiento y deshielo, agua de mar o sulfatos. Chauca & Cruz, (2014)

Obtenidos los valores de cantidad de agua y de aire atrapado para un metro cúbico de concreto procedemos a calcular el volumen que ocupan dentro de la unidad de volumen de concreto:

$$\text{Volumen de agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezcla (lts/m}^3\text{)}}{\text{Peso específico del agua (1000kg/m}^3\text{)}}$$

Para concretos preparados con cemento Pórtland tipo 1 o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c.

Tabla 7*Relación a/c y resistencia a la compresión del concreto.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f'c) (kg/cm2)	RELACIÓN AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

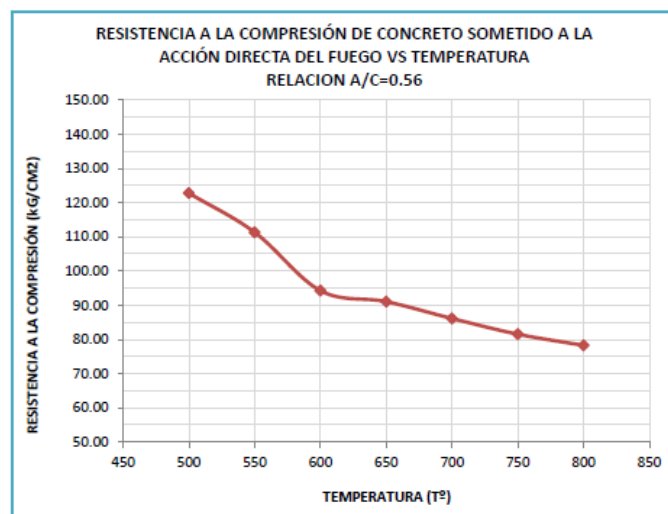
Nota: Se representa la resistencia a la compresión con relación a su diseño de mezcla. Chauca & Cruz, (2014)

Del ensayo de resistencias se realizó un cuadro de resumen con las resistencias promedio del concreto sometidas a la acción del fuego.

Tabla 8*Ensayos de resistencia a la compresión de probetas expuestas a temperaturas.*

Temperatura(°C)	RESISTENCIA PROMEDIO (F'c)
	R = a/c = 0.56
500	122.74
550	111.29
600	94.24
650	91.03
700	86.10
750	81.51
800	78.24

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 7*Resistencia a la compresión de concreto sometido a la acción directa del fuego*

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 9

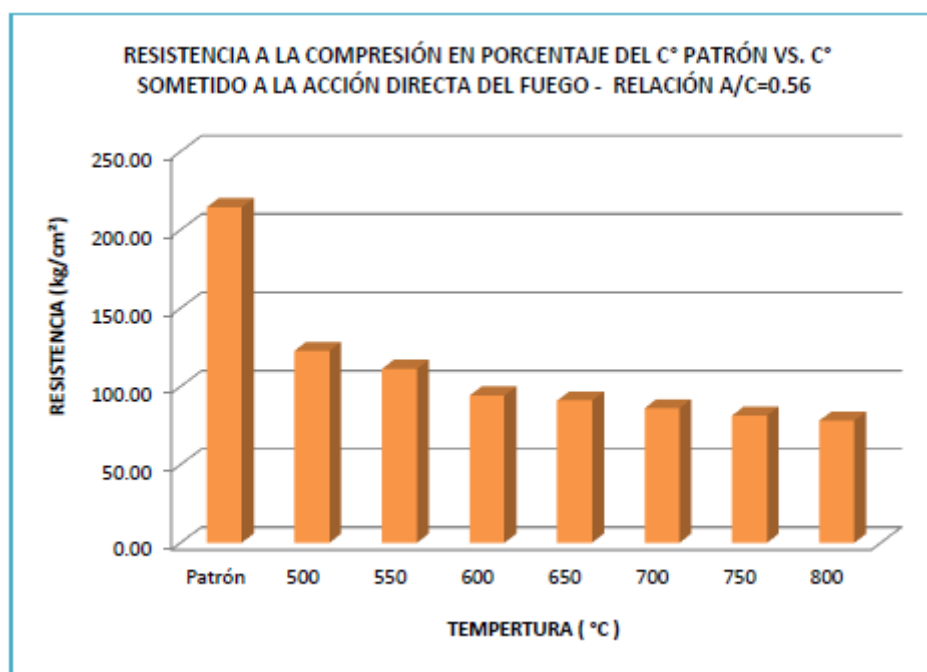
Cuadro de resumen porcentual a la compresión del concreto patrón vs. concreto sometido a la acción del fuego

Relación a/c (28 días)		0.56
Concreto Patrón /kg/cm ²)	214.56	100.00%
Concreto sometido al fuego 500 °c	122.74	57.21%
Concreto sometido al fuego 550 °c	111.29	51.87%
Concreto sometido al fuego 600 °c	94.24	43.92%
Concreto sometido al fuego 650 °c	91.03	42.43%
Concreto sometido al fuego 700 °c	86.10	40.13%
Concreto sometido al fuego 750 °c	81.51	37.99%
Concreto sometido al fuego 800 °c	78.24	36.47%

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 8

Figura comparativa de la resistencia del concreto patrón en relación al concreto sometido a altas temperaturas.



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Rojas, (2019). Esta tesis tiene como principal objetivo Determinar el cómo influye la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco mediante el ensayo de probetas cilíndricas curadas por inmersión en agua en condiciones controladas de temperatura, con valores de 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40°C; los ensayos se realizaron a edades de curado de: 7, 14, 28 días, para apreciar su desarrollo y endurecimiento. Para cada edad de curado se analizaron de 1 a 3 probetas en cada ensayo, con el fin de obtener una serie de valores que permitan obtener una media representativa de los resultados.

Tabla 10

Numero de especímenes para ensayos

Temperatura °C	EDAD DE LA MUESTRA		
	7 días	14 días	28 días
10	1	1	3
15	1	1	3
20	1	1	3
25	1	1	3
30	1	1	3
35	1	1	3
40	1	1	3
T. Ambiente	1	1	3
TOTAL	8	8	24
	40		

Nota: Representamos los ensayos realizados por edades de concreto que estarán expuestas temperaturas controladas según el cuadro. Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 11

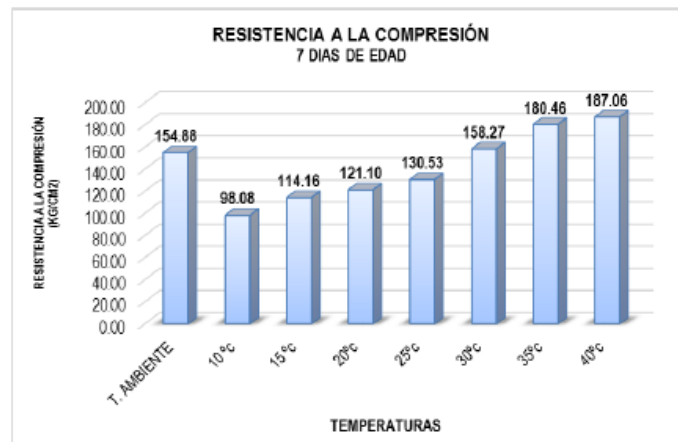
Resultados de ensayos a compresión de especímenes expuestos a temperaturas.

EDAD	TEMPERATURA DE CURADO							
	T. Amb.	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
0 DIAS	0	0	0	0	0	0	0	0
7 DIAS	154.88	98.08	114.16	121.1	130.53	158.27	180.46	187.06
14 DIAS	194.92	149.13	165.11	176.13	173.37	188.25	198.45	206.28
28 DIAS	224.9	192.98	201.63	220.79	220.79	236.8	224.57	214.2

Nota: Se representa en la tabla los resultados obtenidos en los ensayos a compresión. Chauca & Cruz, (2014)

Figura 9

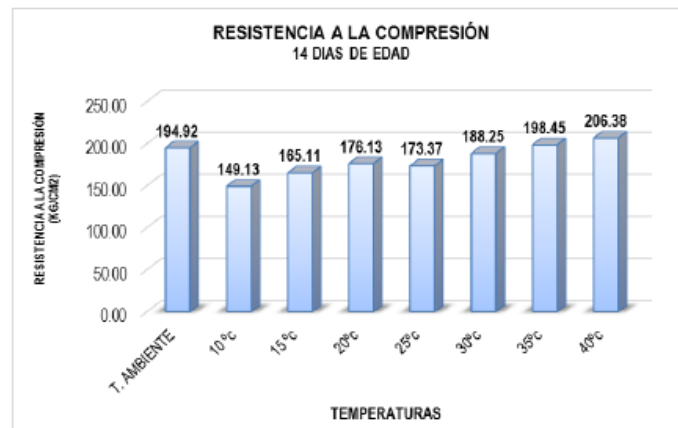
Resistencia a la compresión 7 días de edad



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 10

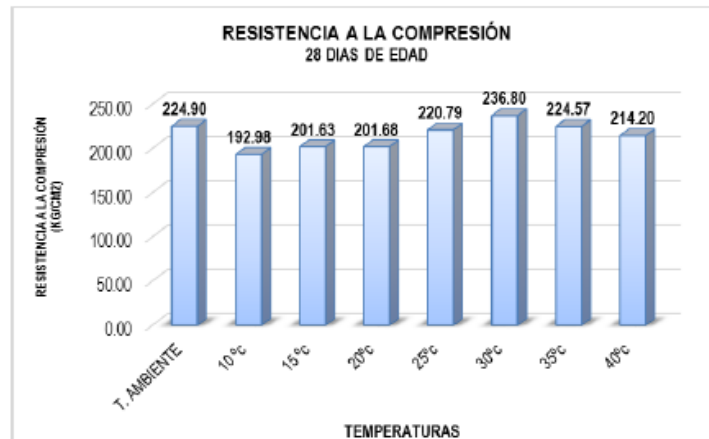
Resistencia a la compresión 14 días de edad



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 11

Resistencia a la compresión 28 días de edad



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Para definir la variación o la influencia que tiene la temperatura de curado en la resistencia del concreto y en sus propiedades mecánicas, se procedió a realizar un ensayo de compresión para cada una de las siguientes edades de curado: 7, 14 y 28 días, para lo cual se estableció una curva de endurecimiento, en función de la edad de curado y de la carga última registrada en la rotura.

Tabla 12

Resistencia a la Compresión de Curado en Tiempo Ambiente

Resistencia de diseño 210 Kg/cm ²						
N° de cilindro	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	% de Resistencia obtenida	Promedio
PA1	19/11/2018	26/11/2018	7	154.88	73.75%	154.88
PA2	19/11/2018	3/12/2018	14	194.92	92.82%	194.92
PA3	19/11/2018	17/12/2018	28	232.23	110.59%	
PA4	19/11/2018	17/12/2018	28	227.3	108.24%	224.9
PA5	19/11/2018	17/12/2018	28	215.15	102.45%	

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 12

Resistencia a la Compresión de Curado en Tiempo Ambiente



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 13

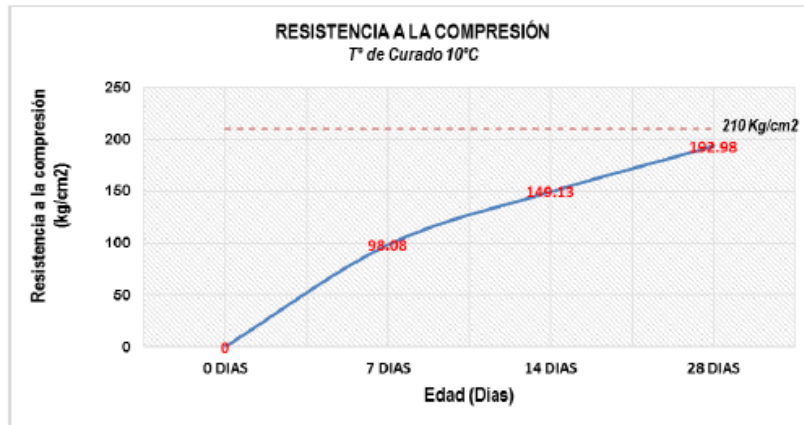
Resistencia a la Compresión de Curado en T. 10°C

Resistencia de diseño		210 K g /cm ²		T 10°C		
N° de cilindro	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	% de Resistencia obtenida	Promedio
PT10-1	20/11/2018	27/11/2018	7	98.08	46.70%	98.08
PT10-2	20/11/2018	4/12/2018	14	149.13	71.01%	149.13
PT10-3	20/11/2018	18/12/2018	28	180.67	86.03%	
PT10-4	20/11/2018	18/12/2018	28	178.89	85.19%	192.98
PT10-5	20/11/2018	18/12/2018	28	219.37	104.46%	

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 13

Resistencia a la Compresión de Curado en T. 10°C



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 14

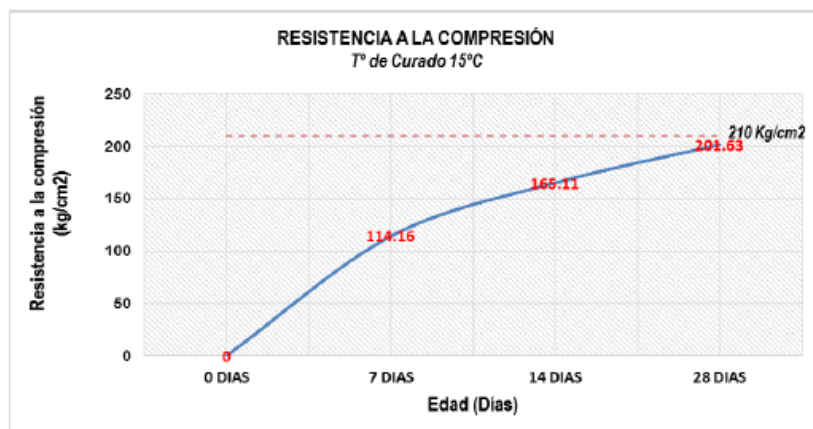
Resistencia a la Compresión de Curado en T. 15°C

Resistencia de diseño		210 K g /cm ²		T 15°C		
N° de cilindro	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	% de Resistencia obtenida	Promedio
PT15-1	21/11/2018	28/11/2018	7	114.16	54.36%	114.16
PT15-2	21/11/2018	5/12/2018	14	165.11	78.62%	165.11
PT15-3	21/11/2018	19/12/2018	28	201.81	96.10%	
PT15-4	21/11/2018	19/12/2018	28	199.09	94.81%	201.63
PT15-5	21/11/2018	19/12/2018	28	203.99	97.14%	

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 14

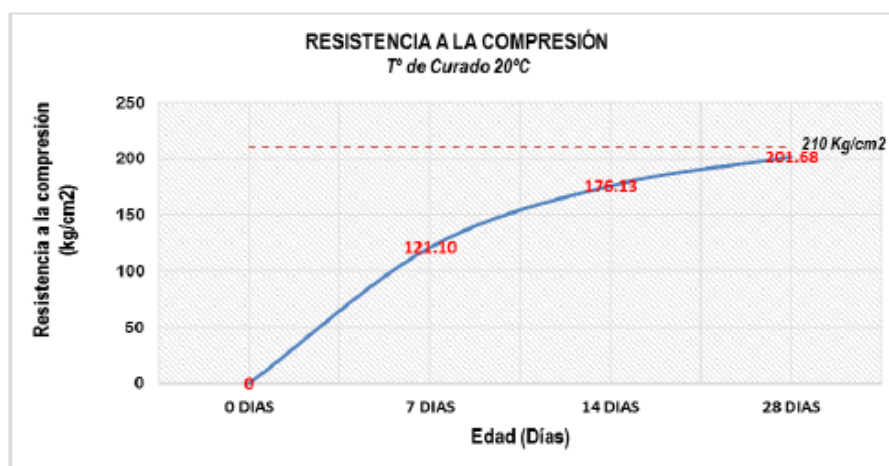
Resistencia a la Compresión de Curado en T. 15°C



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 15*Resistencia a la Compresión de Curado en T. 20°C*

Resistencia de diseño		210 K g /cm ²		T 20°C		
N° de cilindro	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	% de Resistencia obtenida	Promedio
PT20-1	22/11/2018	29/11/2018	7	121.1	57.67%	121.1
PT20-2	22/11/2018	6/12/2018	14	176.13	83.87%	176.13
PT20-3	22/11/2018	20/12/2018	28	201.98	96.18%	
PT20-4	22/11/2018	20/12/2018	28	201.31	95.86%	201.68
PT20-5	22/11/2018	20/12/2018	28	201.76	96.07%	

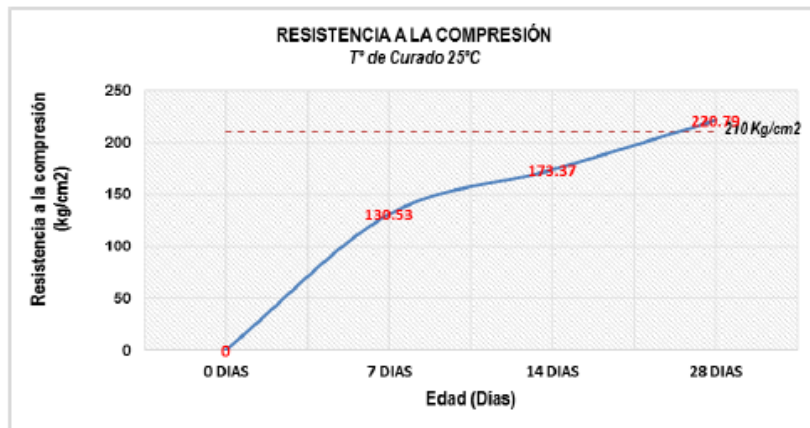
*Fuente: Chauca & Cruz, (2014)***Figura 15***Resistencia a la Compresión de Curado en T. 20°C**Fuente: Chauca & Cruz, (2014)***Tabla 16***Resistencia a la Compresión de Curado en T. 25°C*

Resistencia de diseño		210 K g /cm ²		T 25°C		
N° de cilindro	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	% de Resistencia obtenida	Promedio
PT25-1	23/11/2018	30/11/2018	7	130.53	62.16%	130.53
PT25-2	23/11/2018	7/12/2018	14	173.37	82.56%	173.37
PT25-3	23/11/2018	21/12/2018	28	231.57	110.27%	
PT25-4	23/11/2018	21/12/2018	28	229.05	109.07%	220.79
PT25-5	23/11/2018	21/12/2018	28	201.76	96.07%	

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 16

Resistencia a la Compresión de Curado en T. 25°C



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 17

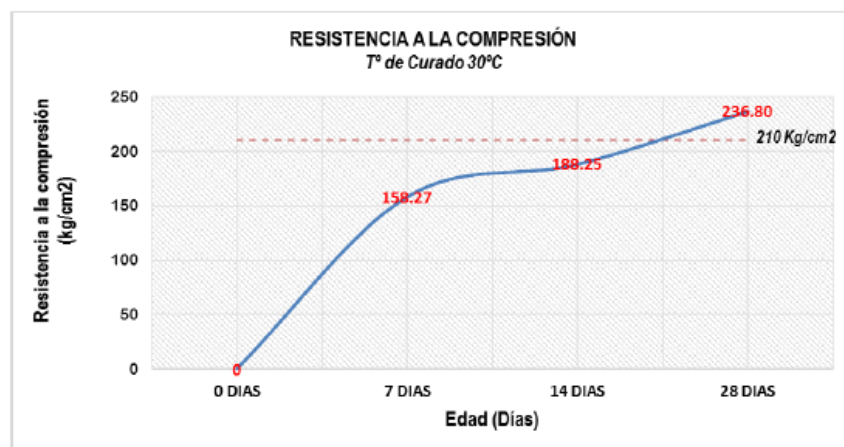
Resistencia a la Compresión de Curado en T. 30°C

Resistencia de diseño		210 K g /cm ²		T 30°C		
N° de cilindro	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	% de Resistencia obtenida	Promedio
PT30-1	24/11/2018	1/11/2018	7	158.27	75.36%	158.27
PT30-2	24/11/2018	8/12/2018	14	188.25	89.64%	188.25
PT30-3	24/11/2018	22/12/2018	28	237.77	113.23%	
PT30-4	24/11/2018	22/12/2018	28	235.71	112.24%	236.8
PT30-5	24/11/2018	22/12/2018	28	236.94	112.83%	

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 17

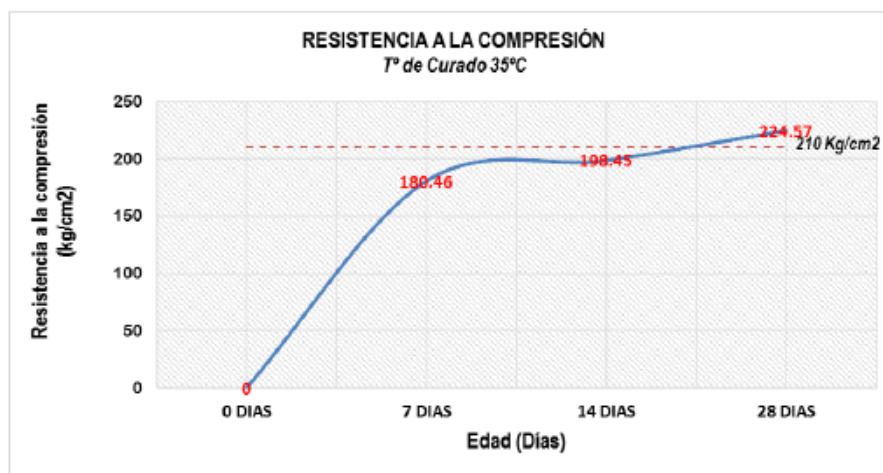
Resistencia a la Compresión de Curado en T. 30°C



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Tabla 18*Resistencia a la Compresión de Curado en T. 35°C*

Resistencia de diseño		210 K g /cm2		T 35°C		
N° de cilindro	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm2)	% de Resistencia obtenida	Promedio
PT35-1	25/11/2018	2/11/2018	7	180.46	85.93%	180.46
PT35-2	25/11/2018	9/12/2018	14	198.45	94.50%	198.45
PT35-3	25/11/2018	23/12/2018	28	224.87	107.08%	
PT35-4	25/11/2018	23/12/2018	28	223.5	106.43%	224.57
PT35-5	25/11/2018	23/12/2018	28	225.32	107.30%	

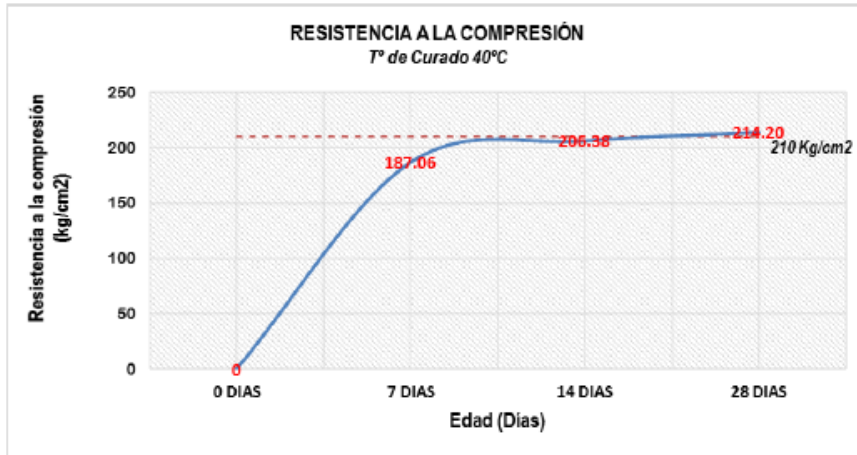
*Fuente: Chauca & Cruz, (2014)***Figura 18***Resistencia a la Compresión de Curado en T. 35°C**Fuente: Chauca & Cruz, (2014)***Tabla 19***Resistencia a la Compresión de Curado en T. 40°C*

Resistencia de diseño		210 K g /cm2		T 40°C		
N° de cilindro	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Edad (días)	Resistencia obtenida (kg/cm2)	% de Resistencia obtenida	Promedio
PT40-1	26/11/2018	7/11/2018	7	187.06	89.07%	187.06
PT40-2	26/11/2018	14/12/2018	14	206.38	98.28%	206.38
PT40-3	26/11/2018	28/12/2018	28	215.05	102.40%	
PT40-4	26/11/2018	28/12/2018	28	213.02	101.44%	214.2
PT40-5	26/11/2018	28/12/2018	28	214.54	102.16%	

Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Figura 19

Resistencia a la Compresión de Curado en T. 40°C



Fuente: Chauca & Cruz, (2014)

Castro, (2019). Realizo una tesis donde: En esta investigación experimental – tecnológica, se elaboraron dos grupos de testigos de concreto de $f'c$ de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² con 10, 20 y 30 % de sustitución de agregado fino. Un grupo fue destinado a ensayos necesarios para determinar el comportamiento físico y mecánico en un período de 7, 14, 21 y 28 días de curado. Y el otro, a la evaluación del comportamiento a altas temperaturas en 15, 30 y 60 minutos a una edad de curado de 28 días; haciendo uso de un horno artesanal con la ayuda de un controlador y sensor de temperatura, siendo un termostato y una termocupla tipo K respectivamente.

Tabla 20

Número de Muestras cilíndricas sometidas a ensayos de compresión.

Muestra para ensayos de resistencia a la compresión								
Indicador	%	Edad (días)				Parcial	Resistencia a la compresión	
		7	14	21	28		$f'c=210$ kg/cm ²	$f'c=280$ kg/cm ²
Patrón		3	3	3	3	12		
Vidrio	10%	3	3	3	3	12		
Sódico	20%	3	3	3	3	12		
Cálcico	30%	3	3	3	3	12	84	84
	10%	3	3	3	3	12		
Caucho	20%	3	3	3	3	12		
	30%	3	3	3	3	12		
Total								168

Fuente: Castro, (2019)

Tabla 21

Número de Muestras cilíndricas sometidas a ensayos de exposición a fuego para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Muestras para exposición al fuego - Después de 28 días								
Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$								
Tipo de exposición (min)	CP	Porcentaje de caucho			Porcentaje de vidrio sódico cálcico			Total
		10%	20%	30%	10%	20%	30%	
15 min	3	3	3	3	3	3	3	21
30 min	3	3	3	3	3	3	3	21
60 min	3	3	3	3	3	3	3	21
Total								63

Fuente: Castro, (2019)

Tabla 22

Número de Muestras cilíndricas sometidas a ensayos de exposición a fuego para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Muestras para exposición al fuego - Después de 28 días								
Resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$								
Tipo de exposición (min)	CP	Porcentaje de caucho			Porcentaje de vidrio sódico cálcico			Total
		10%	20%	30%	10%	20%	30%	
15 min	3	3	3	3	3	3	3	21
30 min	3	3	3	3	3	3	3	21
60 min	3	3	3	3	3	3	3	21
Total								63

Fuente: Castro, (2019)

Los ensayos se realizaron con diseños del concreto patrón para ambas resistencias 210 y 280 kg/cm^2

Tabla 23

Conglomerado del diseño del concreto patrón 210 y 280 kg/cm^2 .

Diseño de mezcla patrón	Asenta miento (")	Peso unitario kg/m^3	Factor cemento bol/ m^3	Relación a/c	Cemento kg/m^3	Agua (lt)	Agregado fino kg/m^3	Agregado grueso kg/m^3
210	3	2341	8.73	0.606	371	225	756	988
280	3	2346	10.41	0.508	442	225	720	958

Fuente: Castro, (2019)

Así mismo se realizaron diseños de mezcla para incorporar caucho y vidrio sódico a las mezclas de 210 y 280 kg/cm^2 como muestra la **Tabla 25**.

Tabla 24

Resumen de los diseños de mezcla 210 y 280 kg/cm² con caucho y vidrio sódico cálcico.

Diseño de mezcla	Proporciones	Materiales				
		Cemento	Arena	Piedra	Agua	Caucho y vidrio
CP 210	Peso	1	2.04	2.66	25.80	0.00
	Volumen	1	1.96	2.81		
f _c = 210+10 % caucho y vidrio sódico cálcico	Peso	1	1.83	2.66	25.80	75.64
	Volumen	1	1.77	2.81		
f _c = 210+20 % caucho y vidrio sódico cálcico	Peso	1	1.63	2.66	25.80	151.29
	Volumen	1	1.57	2.81		
tra	Peso	1	1.43	2.66	25.80	226.93
	Volumen	1	1.37	2.81		
CP 280	Peso	1	1.63	2.17	21.59	0.00
	Volumen	1	1.57	2.29		
f _c = 280+10 % caucho y vidrio sódico cálcico	Peso	1	1.47	2.17	21.59	72.05
	Volumen	1	1.41	2.29		
f _c = 280+20 % caucho y vidrio sódico cálcico	Peso	1	1.30	2.17	21.59	144.09
	Volumen	1	1.25	2.29		
f _c = 280+30 % caucho y vidrio sódico cálcico	Peso	1	1.14	2.17	21.59	216.14
	Volumen	1	1.10	2.29		

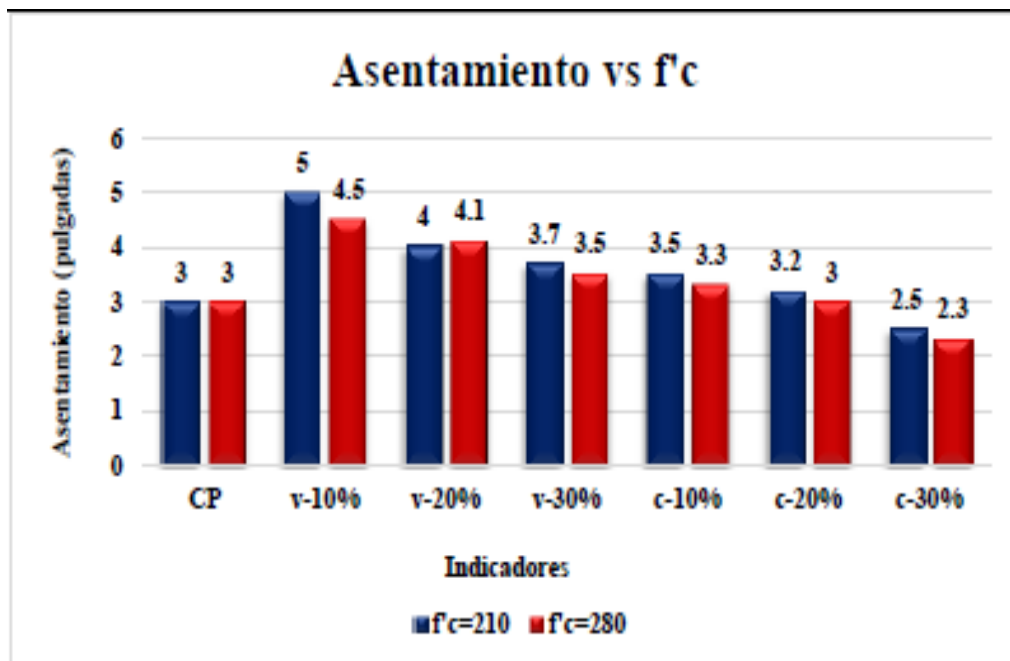
Fuente: Castro, (2019)

El comportamiento físico y mecánico del concreto con materiales reciclados fueron variando con respecto al concreto patrón como muestra la Tabla 26:

Tabla 25*Asentamiento de la mezcla patrón y mezcla con caucho y vidrio sódico cálcico.*

ASENTAMIENTO (Pulgadas)							
Resistencia	Concreto Patrón	Vidrio Sódico Cálcico			Caucho		
f'c	CP	v-10%	v-20%	v-30%	c-10%	c-20%	c-30%
210	3	5	4	3.7	3.5	3.2	2.5
280	3	4.5	4.1	3.5	3.3	3	2.3

Fuente: Castro, (2019)

Figura 20*Asentamiento de la mezcla patrón y mezcla con sustitución de materiales.*

Fuente: Castro, (2019)

Tabla 26

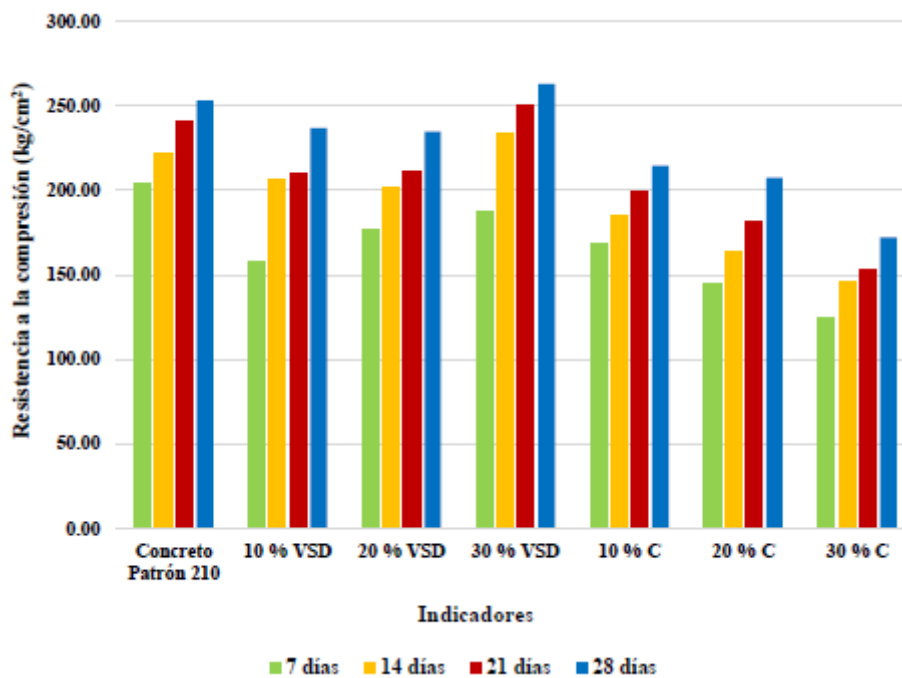
Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas para el diseño de concreto patrón y con materiales reciclado ($f'c=210$ kg/cm²).

Indicador/Muestra	Resistencia a la compresión promedio- Diseño $f'c =210$				Variación (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días	7 días	14 días	21 días	28 días
Concreto Patrón 210	204.33	221.46	241.28	253.17	97	105	115	121
10% VSD	157.36	206.19	210.03	236.87	75	98	100	113
20% VSD	177.11	201.27	211.53	234.87	84	96	101	112
30% VSD	187.49	233.35	250.60	262.88	89	111	119	125
10% C	168.37	185.51	199.67	214.58	80	88	95	102
20% C	144.13	164.22	181.53	207.46	69	78	86	99
30% C	124.55	146.47	152.46	172.00	59	70	73	82

Fuente: Castro, (2019)

Figura 21

Resistencia a la compresión del $f'c$ 210 con y sin caucho y vidrio sódico cálcico.



Fuente: Castro, (2019)

En el Grafico 16 se observa que la sustitución de agregado fino por vidrio sódico cálcico al 30 % supera la resistencia a la compresión a los 28 días respecto a la del diseño patrón. Sin embargo, aunque los porcentajes de 10 y 20 % no superen la resistencia obtenida del diseño patrón, éstas si sobrepasan la resistencia inicial de 210 kg/cm².

En el caso de la sustitución con caucho, aunque los tres porcentajes no superen la resistencia obtenida del diseño patrón, el 10 y 20 % alcanzan mayor resistencia a la inicial de 210 kg/cm².

Tabla 27

Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas para el diseño de concreto patrón y con materiales reciclado ($f'c=280$ kg/cm²).

Indicador/Muestra	Resistencia a la compresión promedio- Diseño $f'c = 280$				Variación (%)			
	7 días	14 días	21 días	28 días	7 días	14 días	21 días	28 días
Concreto Patrón 210	254.87	263.61	277.13	314.93	91	94	99	112
10% VSD	262.96	289.52	325.28	328.81	94	103	116	117
20% VSD	259.42	276.66	299.35	318.65	93	99	107	114
30% VSD	261.23	285.20	335.21	348.68	93	102	120	125
10% C	231.08	266.79	278.31	293.50	83	95	99	105
20% C	189.80	218.43	245.31	274.97	68	78	88	98
30% C	169.78	190.42	207.34	212.74	61	68	74	76

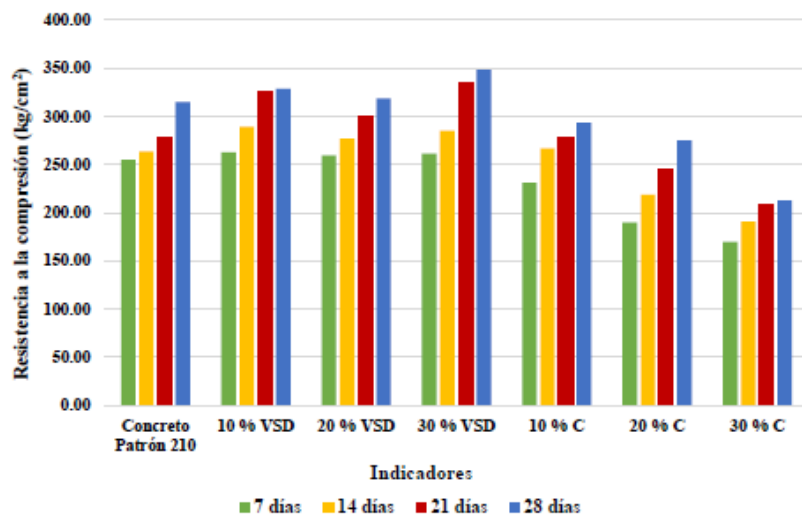
Fuente: Castro, (2019)

En la figura 17 se observa que la sustitución de agregado fino por vidrio sódico cálcico al 10, 20 y 30 % sobrepasan la resistencia a la compresión obtenida a los 28 días respecto a la del diseño patrón.

En el caso de la sustitución con caucho, aunque los tres porcentajes no superen la resistencia obtenida del diseño patrón, el 10 y 20 % alcanzan mayor resistencia a la inicial de 280 kg/cm².

Figura 22

Resistencia a la compresión del $f'c$ 280 con y sin caucho y vidrio sódico cálcico



Fuente: Castro, (2019)

En el Grafico 17 se observa que la sustitución de agregado fino por vidrio sódico cálcico al 10, 20 y 30 % sobrepasan la resistencia a la compresión obtenida a los 28 días respecto a la del diseño patrón. En el caso de la sustitución con caucho, aunque los tres porcentajes no superen la resistencia obtenida del diseño patrón, el 10 y 20 % alcanzan mayor resistencia a la inicial de 280 kg/cm².

Tabla 28

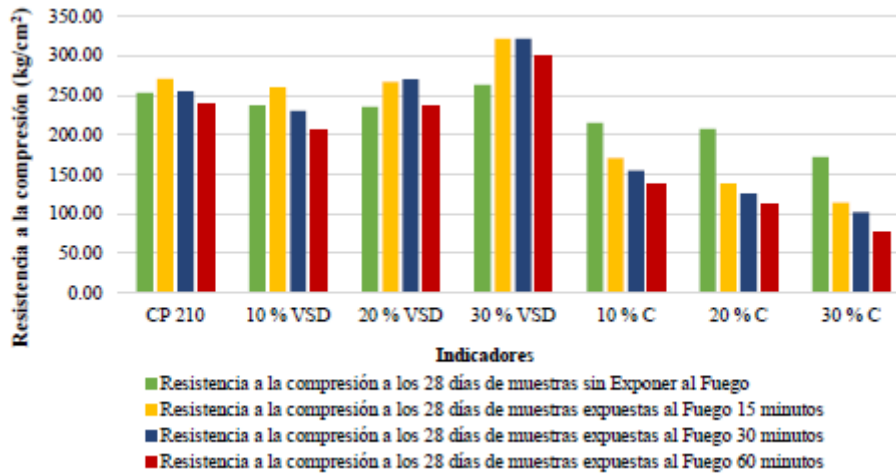
Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas del diseño de concreto patrón y con materiales reciclados sometidos a altas temperaturas a los 28 días. ($f'c=210$ kg/cm²).

Indicador	Muestras sin exponer al fuego	Muestras expuestas al fuego 15 minutos	Muestras expuestas al fuego 30 minutos	Muestras expuestas al fuego 60 minutos
CP 210	253.17	270.61	254.47	239.28
10 % VSD	236.87	260.00	229.97	204.54
20 % VSD	234.87	267.03	269.56	236.19
30 % VSD	262.88	321.00	321.44	298.86
10 % C	214.58	170.23	154.70	137.75
20 % C	207.46	138.26	125.56	113.09
30 % C	172.00	114.04	102.21	77.24

Fuente: Castro, (2019)

Figura 23

Resistencia a la compresión de muestras con y sin caucho y vidrio sódico cálcico de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, después de haber sido sometidas a altas temperaturas.



Fuente: Castro, (2019)

A través del Grafico 18 se puede interpretar que la muestra que mejor se comporta mecánicamente sin y con exposición al fuego directo en intervalos de 15, 30 y 60 minutos y a temperaturas que oscilan entre $550-650^\circ \text{C}$, $650^\circ \text{C} - 750^\circ \text{C}$ y $750^\circ \text{C} - 850^\circ \text{C}$ respectivamente, es la de sustitución de 30 % de vidrio sódico cálcico.

Tabla 29

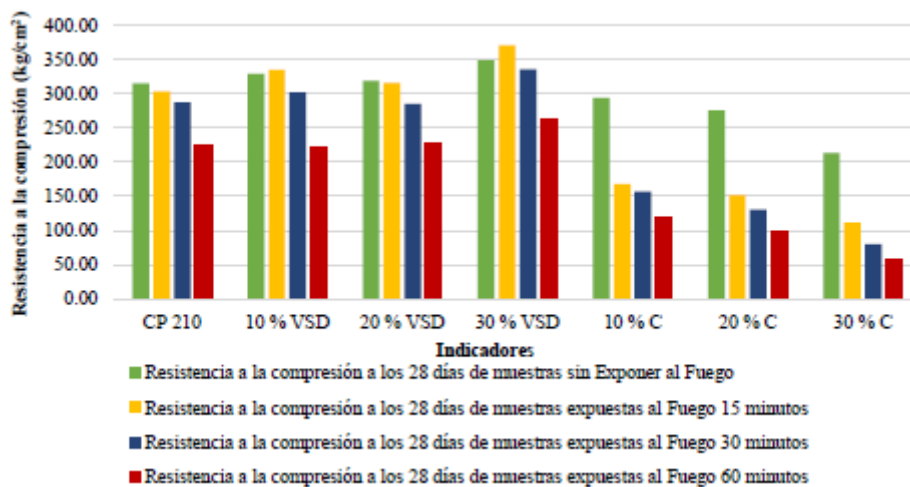
Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas del diseño de concreto patrón y con materiales reciclados sometidos a altas temperaturas a los 28 días. ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

Indicador	Muestras sin exponer al fuego	Muestras expuestas al fuego 15 minutos	Muestras expuestas al fuego 30 minutos	Muestras expuestas al fuego 60 minutos
CP 280	314.93	302.65	286.65	223.11
10 % VSD	328.81	334.98	301.54	262.64
20 % VSD	318.65	315.82	284.93	227.16
30 % VSD	348.68	370.21	335.27	219.84
10 % C	293.50	167.26	156.21	117.61
20 % C	274.97	151.22	130.07	98.19
30 % C	212.74	111.15	79.60	57.35

Fuente: Castro, (2019)

Figura 24

Resistencia a la compresión de muestras con y sin caucho y vidrio sódico cálcico de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, después de haber sido sometidas a altas temperaturas.



Fuente: Castro, (2019)

A través del Gráfico 19 se puede interpretar que la muestra que mejor se comporta mecánicamente sin y con exposición al fuego directo en intervalos de 15, 30 y 60 minutos y a temperaturas que oscilan entre $550-650^\circ \text{C}$, $650^\circ \text{C} - 750^\circ \text{C}$ y $750^\circ \text{C} - 850^\circ \text{C}$ respectivamente, es la de sustitución de 30 % de vidrio sódico cálcico.

Cruzado & Rivera, (2019). Realizo una tesis donde:

- Evalúa la influencia del incorporador de aire en el concreto sometido a ciclos de hielo y deshielo con los aditivos Air Mix 200 y SikaAer, sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto.
- El propósito de la investigación fue determinar el óptimo porcentaje de incorporador de aire de cada marca para reducir la pérdida de resistencia en el concreto frente al congelamiento, para esto establecimos porcentajes de aditivo del 0% (patrón), 0.04%, 0.08%, 0.12%, 0.16%, 0.20%, 0.24% y 0.28%. Se utilizó cemento Pacasmayo tipo I, agregado fino con un módulo de finura de 2.6 y agregado grueso de un tamaño máximo nominal de 1/2".
- Para el conformado y el ensayo de compresión del concreto se utilizaron probetas cilíndricas de 10 x 20 cm según la norma ASTM C39, para el

asentamiento se usó la norma ASTM C134, para el contenido de aire la norma ASTM C173, para el peso unitario y la absorción la norma ASTM C642. Las probetas fueron ensayadas a una edad 3, 7 y 28 días, estas se sometieron a ciclos de congelamiento y deshielo, para lo cual se necesitó simular estos ciclos en un congelador a una temperatura entre -10 °C y -15 °C donde se colocaron las probetas diariamente por un periodo de 12 horas y la simulación del deshielo se usó la poza de curado a una temperatura de 20°C donde se colocaron las probetas las otras 12 horas diarias restantes. (p.5)

Gonzales, (2018). Realizo una tesis donde llega a la siguiente conclusión:

- El aditivo incorporador de Aire más eficiente es Sika Aer, debido a que el concreto elaborado con este aditivo es el que desarrolló, en promedio, mayor resistencia a la compresión a los 28 días que las muestras elaboradas con los otros aditivos alcanzando una eficiencia del 92%, por otro lado, Chema Entrampaire alcanzo una eficiencia de 88% y Z Aer 84% de eficiencia.
- El incorporar aire al concreto producido a bajas temperaturas, hace que aumente el asentamiento de este, en estado fresco, en 0.4” en promedio brindándole al concreto una mayor trabajabilidad, haciéndolo más plástico y moldeable.
- Si bien ninguno de los tres aditivos hizo que el concreto producido a bajas temperaturas alcance la resistencia de diseño a los 28 días, los tres aditivos cumplen el objetivo de cuidar el normal desarrollo de su resistencia en bajas temperaturas, siendo el concreto con aditivo Sika Aer el de mayor resistencia desarrollada alcanzando 193.27 kg/cm³ de resistencia a la compresión, el concreto con aditivo Chema Entrampaire alcanzo una resistencia de 184.69 kg/cm³ y el concreto con aditivo Z Aer 177.07 kg/cm³.
- Elaborar un concreto con aire incorporado que resista las bajas temperaturas, tanto en la elaboración como en la etapa de fraguado y endurecimiento, produce un incremento en el costo de producción de 4.5% a 6.3% en relación con el costo de producción de un concreto convencional. (p. 160)

Rojas C. D., (2019). Realizo una tesis entre los meses de junio a agosto del 2018, donde evaluó únicamente el efecto de la temperatura en la resistencia final del concreto, manteniendo constantes en todas las tandas las dosificaciones con las que se fabricaron.

Los resultados experimentales muestran que la temperatura ambiental de la ciudad de Jaén influye significativamente en el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto: en edades tempranas, como a los 7 días se evidencia un incremento de la resistencia media, mientras que para edad de 28 días se evidencia una reducción de la resistencia media.

Tabla 30

Diseño de mezcla 210 kg/cm²

Materiales de diseño por metro cubico corregidos por humedad	
Cemento (kg.)	367.0
Agua efectiva (lt.)	210.0
Agregado fino húmedo (kg.)	771.0
Agregado grueso húmedo (kg.)	968.0
Contenido de aire atrapado (%)	2.0

Fuente: Rojas C. D., (2019)

Tabla 31

Resistencia del concreto para condiciones de temperatura ambiental (7 días)

Nº	Edad	Resistencia kg/cm ²	Temp.	Humedad Relativa	Resistencia %	Slump
1	7 días	183.47	29.1 °C	54%	87.40	3" - 4"
2	7 días	168.01	24.7 °C	60%	80.00	3" - 4"
3	7 días	213.89	32.0 °C	36%	101.90	3" - 4"
4	7 días	189.14	27.1 °C	53%	90.10	3" - 4"
5	7 días	206.80	26.2 °C	62%	98.50	3" - 4"
6	7 días	175.36	23.2 °C	67%	83.50	3" - 4"
7	7 días	224.83	31.1 °C	36%	107.10	3" - 4"
8	7 días	166.26	24.5 °C	65%	79.20	3" - 4"
9	7 días	210.50	28.1 °C	65%	100.20	3" - 4"
10	7 días	180.24	25.4 °C	63%	85.80	3" - 4"
11	7 días	148.26	23.8 °C	76%	70.60	3" - 4"
12	7 días	171.74	23.5 °C	75%	81.80	3" - 4"
13	7 días	192.20	27.6 °C	52%	91.50	3" - 4"
14	7 días	197.64	25.3 °C	70%	94.10	3" - 4"

Fuente: Rojas C. D., (2019)

Tabla 32*Resistencia del concreto para condiciones de temperatura ambiental (21 días)*

N°	Edad	Resistencia kg/cm2	Temperatura	Humedad Relativa	Resistencia %	Slump
1	21 días	212.42	29.1 °C	54%	101.20	3" - 4"
2	21 días	245.81	24.7 °C	60%	117.10	3" - 4"
3	21 días	236.24	32.0 °C	36%	112.50	3" - 4"
4	21 días	239.25	27.1 °C	53%	113.90	3" - 4"
5	21 días	219.63	26.2 °C	62%	104.60	3" - 4"
6	21 días	245.38	23.2 °C	67%	116.80	3" - 4"
7	21 días	232.36	31.1 °C	36%	110.60	3" - 4"
8	21 días	239.21	24.5 °C	65%	113.90	3" - 4"
9	21 días	218.19	28.1 °C	65%	103.90	3" - 4"
10	21 días	219.30	25.4 °C	63%	104.40	3" - 4"
11	21 días	222.42	23.8 °C	76%	105.90	3" - 4"
12	21 días	242.77	23.5 °C	75%	115.60	3" - 4"
13	21 días	224.38	27.6 °C	52%	106.80	3" - 4"
14	21 días	253.04	25.3 °C	70%	120.50	3" - 4"

*Fuente: Rojas C. D., (2019)***Tabla 33***Resistencia del concreto para condiciones de temperatura ambiental (28 días)*

N°	Edad	Resistencia kg/cm2	Temperatura	Humedad Relativa	Resistencia %	Slump
1	28 días	250.51	29.1 °C	54%	119.30	3" - 4"
2	28 días	267.82	24.7 °C	60%	127.50	3" - 4"
3	28 días	254.65	32.0 °C	36%	121.30	3" - 4"
4	28 días	275.05	27.1 °C	53%	131.00	3" - 4"
5	28 días	256.66	26.2 °C	62%	122.2	3" - 4"
6	28 días	264.68	23.2 °C	67%	126.00	3" - 4"
7	28 días	249.24	31.1 °C	36%	118.70	3" - 4"
8	28 días	251.98	24.5 °C	65%	120.00	3" - 4"
9	28 días	250.22	28.1 °C	65%	119.2	3" - 4"
10	28 días	289.68	25.4 °C	63%	137.90	3" - 4"
11	28 días	252.42	23.8 °C	76%	120.20	3" - 4"
12	28 días	285.99	23.5 °C	75%	136.20	3" - 4"
13	28 días	276.61	27.6 °C	52%	131.70	3" - 4"
14	28 días	271.31	25.3 °C	70%	129.20	3" - 4"

Fuente: Rojas C. D., (2019)

Aguinaga, (2019). Realizo una tesis donde llega a la siguiente conclusión:

- Se recomienda a los ingenieros proyectistas y diseñadores de mezclas de todos los tipos de concreto, tener en cuenta las temperaturas de los materiales y factores que intervienen en su elaboración (medio ambiente, agregados y agua), demostrándose en este trabajo de investigación que las temperaturas de los agregados y medio ambiente, pueden traer consecuencias en el concreto fresco y endurecido.
- Se recomienda que las obras de la ciudad Tarapoto y otras, donde se presenten altas temperaturas ambientales, se lleve un control adecuado de la temperatura del concreto, mediante la medición en su estado fresco, y de esa manera tener una buena consistencia del concreto y prevenir a que se tenga concretos con resistencias inferiores al diseño.
- Es recomendable planificar y ejecutar una protección del concreto en el proceso del curado, para evitar que la superficie de concreto sea expuesta al viento y a la alta radiación solar que son frecuentes en la ciudad de Tarapoto.
- Se recomienda programar las horas más apropiadas y donde la temperatura ambiente no sea muy elevada para la colocación del concreto.
- Se recomienda realizar otras investigaciones con el uso de aditivos superplastificantes, para determinar si pueden ser elementos mitigadores ante los efectos negativos producidos por las altas temperaturas ambientales en la ciudad de Tarapoto (p. 82).

2.2.3. Artículos

Kyung-Taek, y otros, (2013) Este estudio verifica la viabilidad de la resistencia mínima a la compresión especificada en los códigos como ACI-306R mediante la evaluación del desarrollo de la resistencia y la durabilidad que previene el daño por congelación del concreto de edad temprana para la planta de energía nuclear. Los resultados indican que el valor de 5 MPa especificado por los estándares de concreto como

ACI306R como la resistencia mínima a la compresión para prevenir el daño por heladas tempranas es razonable en términos del desarrollo de la resistencia, pero parece inapropiado desde el punto de vista de la resistencia al ion cloruro. penetración y congelación-descongelación.

Se utiliza cemento Portland ordinario (OPC) y cenizas volantes de clase F (FA) que cumplen con las normas de ASTM C 150 y ASTM C 618, respectivamente. Se utilizan áridos gruesos (piedra triturada) de un tamaño máximo de 20 mm y áridos finos (arena de mar) según ASTM C 33. Un agente reductor de agua a base de naftaleno (WRA) y un agente incorporador de aire de tipo ión negativo (AEA) se utilizan para controlar la trabajabilidad y el contenido de aire

En este estudio, se realizó la prueba congelamiento por ciclos para verificar la pertinencia de la resistencia mínima a la compresión de 5 MPa, establecida para prevenir daños por heladas tempranas. El curado sellado se realizó a 5 ° C hasta el desarrollo de una resistencia a la compresión de 5 MPa, considerando las medidas de protección adoptadas para el curado en invierno o en regiones frías. Una vez que el hormigón obtuvo una resistencia a la compresión de 5 MPa, se infligieron daños por heladas tempranas aplicando 30 ciclos de congelación-descongelación en condiciones de temperatura de + 4 ° C a 18 ° C.

En consecuencia, se recomienda proponer una resistencia a la compresión mínima que prevenga daños por heladas tempranas en términos no solo del desarrollo de la resistencia, sino también en términos de durabilidad para asegurar la calidad del hormigón para centrales nucleares en climas fríos.

Zhidong & Pizhong, (2018) En este estudio, las propiedades de tracción y el módulo elástico de rendimiento ultra alto, se caracterizan el hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC) sometido a ciclos de congelación-descongelación acelerados. Seis series de UHPC Las muestras se prueban experimentalmente con un método de prueba de tensión directa (DTT) bien diseñado para capturar respuestas completas

de tensión-deformación. Tanto el módulo de elasticidad dinámico como el de onda de UHPC se miden en ciclos específicos utilizando la prueba de impacto estándar y la prueba de impacto "tecnología inteligente agregada", respectivamente. Acondicionamiento ciclo de congelación y descongelación a largo plazo de Las muestras de UHPC dan como resultado reducciones de módulo elástico, resistencia a la tracción, capacidad de deformación y capacidad de absorción de energía.

Las curvas de tensión-deformación de tracción de UHPC demuestran distintas descendiendo con ciclos crecientes de congelación-descongelación, particularmente en la región de ablandamiento por deformación. Se encuentra que el enfoque basado en energía es más sensible y efectivo que el basado en módulo elástico.

Se enfoque al evaluar el deterioro del material a lo largo del tiempo y capturar acumulativa degradación del material sometido a acciones de congelación y descongelación que se repiten rápidamente. A partir de la prueba resultados, UHPC se caracteriza por ser un material cementoso muy duradero, pero no es inherentemente inconquistable. Las acciones prolongadas de congelación y descongelación aún pueden conducir al deterioro del material, con respecto a su módulo elástico, resistencia a la tracción, capacidad de absorción de energía, etc.

Michael, Jeremiah, & KateMcDevitt, (2017) Este estudio evaluó los efectos de las temperaturas bajo cero sobre el comportamiento y la capacidad última de las vigas de hormigón armado con polímeros reforzados con fibra de vidrio (GFRP). Muestras de haz duplicadas a cuatro temperaturas (20°C, 0°C, - 20°C, y -40 °C) se probaron en flexión de cuatro puntos hasta la falla, mientras se monitoreaba la carga aplicada y la flexión. Se observa que la capacidad última de las vigas aumentaba al disminuir la temperatura, resultado atribuido a los efectos de la temperatura sobre las capacidades de compresión y tracción del hormigón. Además, el aumento de la capacidad de tracción del hormigón con la disminución de la temperatura provocó una diferencia notable en la respuesta de las vigas después de la fisuración: un aumento

en la magnitud de las caídas en la respuesta de fuerza de reacción asociada con el agrietamiento.

Cada una de las vigas de esta investigación tenía las mismas dimensiones y esquema de refuerzo: Las vigas eran rectangulares con dimensiones de 203 mm de alto, 152 mm de ancho y 1520 mm de largo. El refuerzo longitudinal consistió en dos barras de PRFV de 9.5 mm cerca de la parte inferior de la viga. El refuerzo transversal consistía en estribos lisos de acero dulce de 6,4 mm de diámetro espaciados a 76 mm, cerca de los extremos de las vigas, ya 156 mm en la parte central de la viga. Este esquema de refuerzo transversal fue elegido para evitar fallas por cortante antes de fracaso estructural. La capacidad de corte se calculó de acuerdo con ACI-318 (2011).

Las resistencias a la compresión y a la tracción del hormigón aumentaron al disminuir la temperatura. Esto es consistente con investigaciones previas sobre el comportamiento del concreto a bajas temperaturas, y estos aumentos probablemente se deben a la formación de hielo dentro de la matriz de cemento que se adhiere al concreto y ayuda a soportar las cargas. El aumento de la resistencia del hormigón con la disminución de la temperatura dio como resultado una tendencia similar en la capacidad última de las vigas (mayor capacidad con la disminución de la temperatura) y dio como resultado variaciones en la respuesta post-fisuración de las vigas. En cada viga, después de la formación de la grieta inicial, adicional a las grietas externas continuarían formándose a lo largo de la viga a medida que carga aumentada. La formación de estas grietas adicionales estuvo marcada por una caída repentina en la capacidad de carga de la viga, y estas caídas aumentaron en magnitud al disminuir la temperatura.

Daman & Ge-Hung Yee, (2017). Este estudio se centra en el efecto acoplado de las bajas temperaturas sobre la capacidad de unión del cloruro, las interacciones entre los iones y los aglutinantes y el efecto sobre las estimaciones de la vida útil utilizando el software Life 365. Además de una pasta de control (cemento 100% de uso general (GU)),

tres materiales cementosos suplementarios (escoria (GGBFS), metacaolín (MK) y humo de sílice (SF)), dos proporciones de agua a aglutinante (0,3 y 0,5) y varios regímenes de curado por ciclos isotérmicos y térmicos que van desde 23 °C a -15°C.

Los resultados de esta investigación indican que: las estimaciones de vida útil varían notablemente (desde 2 años hasta 40 años) cuando se producen efectos acoplados, a saber, temperaturas de congelación-descongelación y entrada de cloruro.

Después de curar durante 56 días y exponerse a cloruros a 23 ° C, el orden de magnitud de la unión del cloruro es GGBFS (23.78)> GU (21.57)> MK (16.16)> SF (6.14) para cloruro libre 0.5M concentración, pero la tendencia es la misma para 1.0 y 2.0M. El predominio de las muestras de GGBFS se atribuyó a la importancia de la unión química relacionada con el contenido de aluminato de los componentes de la mezcla, lo que resultó en la formación de mayores cantidades de sal de Friedel, especialmente a concentraciones más altas de cloruro libre de 1,0M, 2,0M y 3,0M.

Los ciclos térmicos durante cuatro meses revelaron que el valor de la capacidad de unión cambiaba según la temperatura de exposición. En particular, las estimaciones de vida útil utilizando el software Life-365 revelaron que las capacidades de unión de cloruro determinadas a 23 ° C pueden no ser conservadoras al estimar la vida útil en climas más fríos. Por ejemplo, considerando el hormigón que contiene un 40% de GGBFS, la relación de la vida útil estimada basada en una exposición de 23 ° C / 0 ° C es 0,44

Ortiz, Aguado, Agullo, & Garcia, (2005). El objetivo de este trabajo es estudiar la influencia de la hora de mezclado en las propiedades del hormigón, como la trabajabilidad y la resistencia a la compresión, en condiciones de clima frío y caliente, con miras a su aplicación industrial. La variable en la que se centró fue la hora de mezclado del hormigón y se utilizaron cinco horas de mezclado diferentes para cada tipo de condición climática. Se prepararon tres

lotes de hormigón por cada hora de mezclado y se midió la resistencia a la compresión de 15 probetas cilíndricas de hormigón después de 7 y 28 días. Además, se estudió la cinética de hidratación de cada lote de hormigón en función de las condiciones climáticas y la hora de mezclado.

Para "Hormigonado en Clima Caliente " y " Hormigonado en Clima Frío " se utilizaron como referencias en la determinación de las condiciones climáticas. Además, con el fin de simular condiciones climáticas e industriales realistas, se eligieron para este estudio días de temperaturas máximas y mínimas. Basado en los registros del Observatorio Pompeu Fabra en Barcelona, España

Los resultados de la resistencia a la compresión muestran que el mejor desempeño mecánico del concreto ocurrió cuando hubo la menor diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura del concreto

En climas cálidos es recomendable colocar el hormigón en las últimas horas del día cuando la temperatura ambiente desciende, para que el fraguado y endurecimiento del hormigón coincida con esta disminución.

En condiciones de frío, es aconsejable colocar el hormigón en las primeras horas del día cuando la temperatura ambiente aumenta, para que el fraguado y endurecimiento del hormigón coincida con este aumento.

Finalmente, en el tema de la resistencia a la compresión, la principal conclusión, desde el punto de vista industrial, es que es aconsejable colocar el hormigón en tiempo caluroso por la tarde y en tiempo frío por la mañana. Esta afirmación ha sido probada en condiciones realistas en una planta de concreto premezclado.

Vancura, MacDonald, & Khazanovich, (2011). Este artículo se basa en una encuesta, se evaluó la durabilidad y el estado de 29 pavimentos de concreto permeable en servicio construidos en un ambiente húmedo y de congelación fuerte, y se recolectaron 33

muestras de testigos. Siguiendo con este estudio, este documento identifica algunas de las perturbaciones subsuperficiales comunes que se observan en las muestras de núcleos con instrumentos de microscopía óptica. En las muestras angustadas, las grietas atravesaron el agregado, la pasta y la zona de transición interfacial (ITZ). Las grietas eran similares a las grietas en los hormigones convencionales que se formaron debido a daños conocidos por congelación / descongelación. Además de los patrones de agrietamiento, se descubrió que ninguna de las 33 muestras de concreto permeable contenía la cantidad recomendada o el espaciado de burbujas de aire arrastradas. Hubo una falta de burbujas de aire atrapado a pesar de la adición de aditivos incorporadores de aire a todas las mezclas de concreto permeables.

El análisis microscópico de muestras de pavimento de hormigón permeable de uno a cinco años de antigüedad tomadas de secciones de pavimento de hormigón permeable visiblemente desgastadas reveló un extenso agrietamiento del subsuelo. Las angustias por congelación / deshielo fueron la causa sospechada de la mayoría de las grietas del subsuelo debido a la similitud de los patrones de agrietamiento en el concreto permeable con los patrones de agrietamiento en el concreto convencional que fueron causados por daños por congelación / deshielo. Si bien parecía que el daño por congelación / descongelación fue la causa de las grietas del subsuelo en las muestras de concreto permeable, los patrones de grietas no fueron consistentes en todas las muestras.

Sang & Yang, (2019). Para evitar daños al hormigón debido a la congelación a temprana edad, es muy importante controlar el proceso de formación de la microestructura y el desarrollo de la resistencia del hormigón de edad temprana en la construcción de invierno. En este estudio se presenta un método de resistividad para evaluar el proceso de congelación del concreto de edad temprana a diferentes temperaturas ambientales negativas. Los resultados muestran que la temperatura de congelación conduce a un fuerte aumento de la resistividad del hormigón. La evolución de la resistividad se puede dividir en tres

etapas, que son la etapa de enfriamiento y formación de núcleos, la etapa de cristalización rápida y la etapa de finalización de la cristalización.

Además, algunos valores característicos, como el tiempo de bloqueo (t_1), tiempo máximo de contenido de hielo (t_2) y tasa de congelación (α), se extraen de la curva de relación resistividad-tiempo y aclaran aún más el proceso de congelación del hormigón. Existe una buena relación logarítmica lineal entre la resistividad y la resistencia a la compresión, que se puede utilizar para predecir la extensión del daño por congelación al hormigón. Además, los resultados del monitoreo de la resistividad del concreto al aire libre confirman que este método es adecuado para la evaluación del daño por congelación del concreto en el sitio durante la construcción invernal.

Se concluye que la resistividad es un buen parámetro para evaluar el hormigón congelado en edades tempranas. Es sensible a la formación de hielo y a la temperatura ambiental. La ventaja de una operación simple, económica y no destructiva hace que el método de resistividad sea factible en la ingeniería práctica. Sin embargo, este artículo presenta solo un enfoque instructivo, y se necesita mucho trabajo de laboratorio sobre la relación entre la resistividad y el daño por heladas de varios hormigones de composición, así como su aplicación en la construcción.

Wang, Zhou, Meng, & Chen, (2017). En este artículo se estudió la durabilidad del hormigón que contiene cenizas volantes (FA) y humo de sílice (SF) frente al ataque combinado de congelación-descongelación y sulfato. Concretos con p / b de 0,38 y 0,33 que contienen FA (es decir, 10%, 15% y 25% en peso) y SF (es decir, 5%, 8% y 11% también en peso) como reemplazo parcial del cemento Portland (PC) fueron expuestos a una solución de sulfato de sodio al 5% y al 10% en ciclos de congelación-descongelación. Se evaluó el comportamiento, incluyendo el coeficiente de resistencia al deterioro de la resistencia a la compresión, el módulo elástico dinámico relativo

(RDEM) y la microestructura, de los hormigones luego de ser sometidos a ciertos ciclos de congelación-descongelación en solución de sulfato de sodio. Se encontró que cuando se expone a una solución de sulfato de sodio al 5%, tanto el FA como el SF pueden mejorar la resistencia del concreto al ataque de los sulfatos y, en comparación, el SF se comportó mejor que el FA. El deterioro del hormigón se atribuyó a la interacción entre la congelación-descongelación y el ataque de sulfatos. En cuanto al hormigón sin aditivos, su resistencia al ataque combinado de congelación-descongelación y sulfato aumentó hasta 125 ciclos de congelación-descongelación y luego disminuyó. El nivel de reemplazo de 25% FA y 5-8% SF, ambos en peso, condujo a mejoras significativas en la resistencia del concreto contra el ataque combinado de congelación-descongelación y sulfato. Las soluciones de sulfato de sodio al 10% mejoraron más obviamente la resistencia al congelamiento-descongelamiento del concreto con 25% en peso de FA reemplazando al OPC que las soluciones de sulfato de sodio al 5%, mientras que las soluciones de sulfato de sodio al 5% y al 10% tuvieron mejoras similares en la resistencia al congelamiento-descongelamiento del concreto con 8% en peso de SF en sustitución de OPC. En cuanto al hormigón sin aditivos, su resistencia al ataque combinado de congelación-descongelación y sulfato aumentó hasta 125 ciclos de congelación-descongelación y luego disminuyó.

El nivel de reemplazo de 25% FA y 5-8% SF, ambos en peso, condujo a mejoras significativas en la resistencia del concreto contra el ataque combinado de congelación-descongelación y sulfato. Las soluciones de sulfato de sodio al 10% mejoraron más obviamente la resistencia al congelamiento-descongelamiento del concreto con 25% en peso de FA reemplazando al OPC que las soluciones de sulfato de sodio al 5%, mientras que las soluciones de sulfato de sodio al 5% y al 10% tuvieron mejoras similares en la resistencia al congelamiento-descongelamiento del concreto con 8% en peso de SF en sustitución de OPC. En cuanto al hormigón sin aditivos, su resistencia al ataque combinado de

congelación-descongelación y sulfato aumentó hasta 125 ciclos de congelación-descongelación y luego disminuyó.

Ge, y otros, (2018). En este estudio, se diseñó un sistema de control ambiental para simular el ambiente severo en las regiones de la meseta. Se examinó la baja presión de aire como un nuevo factor para explorar su efecto sobre las propiedades del hormigón. Se estudió el efecto de una baja presión de aire que varía de 51 a 101 kPa sobre la resistencia a la compresión y la durabilidad del hormigón con una relación agua / cemento de 0,46. Se ha observado que la baja presión de aire podría reducir la resistencia a la compresión y la durabilidad del hormigón, incluida la permeabilidad, la formación de incrustaciones de sal descongelante, la variación del agua y la absorción de agua, especialmente después de 28 días. Los resultados de la porosimetría de intrusión de mercurio (MIP) mostraron que la porosidad total y el número de poros en el rango de 500 a 1000 nm aumentaron con una disminución de la presión del aire. Se observó una brecha más amplia entre el agregado y la matriz bajo una presión de aire más baja en el análisis SEM (Microscopía electrónica de barrido). Los resultados observados de resistencia a la compresión, absorción de agua, formación de incrustaciones de sal del descongelador y variación de masa en la presión del aire fueron aproximadamente lineales.

En conclusión, según los resultados, se ha demostrado que la baja presión de aire es un factor negativo para la mecánica y la durabilidad del hormigón. Es necesario algún tipo de protección para mantener la humedad relativa dentro del hormigón, así como para prolongar la vida útil de forma eficaz.

Rosenqvist, Pham, Terzic, Fridh, & Hassanzadeh, (2017). Este artículo estudia el deterioro de la superficie del concreto que ocurre en la línea de flotación de muchas estructuras hidráulicas en contacto con agua blanda en regiones frías. La desintegración progresiva de la superficie conduce a la exposición del agregado grueso y finalmente del

acero de refuerzo. Los procesos mecánicos, físicos y químicos pueden provocar el deterioro del hormigón en la línea de flotación.

El objetivo de este estudio fue investigar experimentalmente los efectos de las interacciones entre la lixiviación, la acción de las heladas y la abrasión en el deterioro de la superficie en la línea de flotación de las estructuras hidroeléctricas. Los métodos de prueba fueron diseñados para representar las condiciones ambientales en las estructuras hidroeléctricas suecas existentes con la mayor precisión posible. En los experimentos se utilizó hormigón con aire incorporado con una relación agua / cemento (a / c) de 0,54 y hormigón sin aire con una relación a / c de 0,62.

Se demostró que la cantidad de daño causado por las interacciones entre los tres mecanismos de degradación excedió la cantidad total de daño causado por los mecanismos por separado. Además, la lixiviación amplificó significativamente los efectos de la acción de las heladas y la abrasión para ambas mezclas de concreto. Considerando las condiciones de exposición en las plantas hidroeléctricas suecas, se concluyó que la lixiviación combinada con la acción de las heladas explica la mayor parte del daño superficial observado en la línea de flotación de estas estructuras.

Yuan, y otros, (2020). Este artículo estudia la escasa resistencia a las heladas del hormigón geopolimérico de bajo contenido en calcio, en este estudio, se agregaron fibra de polipropileno (PP), fibra de alcohol polivinílico (PVA) y fibra de acero (S) para mejorar la resistencia a las heladas de la escoria mezclada y el concreto geopolímero a base de cenizas volantes Clase F (SFGPC). Más importante aún, para evaluar la resistencia a las heladas del SFGPC reforzado con fibra bajo carga de compresión axial, se realizó un experimento de acoplamiento con 20 MPa de esfuerzo de compresión y 125 ciclos de congelación. Se encontró que la adición de fibras no inhibía la iniciación de microfisuras pero podía suprimir su propagación. Los resultados de la prueba de profundidad de penetración de agua y porosimetría de intrusión de

mercurio (MIP) verificaron que la carga de compresión aplicada compacta aún más el concreto, que mejora significativamente la resistencia a las heladas. En comparación, el SFGPC reforzado con fibra S exhibió una resistencia a las heladas inconsistente con y sin esfuerzo de compresión debido al módulo elástico extremadamente alto de la fibra S. En general, la fibra de PVA al 0,3% vol. tuvo el mejor efecto en la mejora tanto de las propiedades mecánicas como de la resistencia a las heladas del SFGPC.

Se concluye en que las fibras no pudieron inhibir eficazmente la iniciación de microfisuras pero podría suprimir su propagación. Por lo tanto, la adición de fibra es desfavorable en términos de la resistencia temprana a las heladas, pero es beneficiosa más tarde. En particular, el destacado efecto de mejora de las fibras se caracteriza por la inhibición del pelado de la superficie y la reducción de la pérdida de masa.

Zhou, Xie, Qiao, & Lu, (2013). Se propone un modelo analítico para predecir el comportamiento de tracción del hormigón reforzado con fibra de ultra alto rendimiento (UHPC) con acciones cíclicas extendidas de congelación-descongelación (FT). Sobre la base de los mecanismos de trabajo de transferencia de tensión en la interfaz matriz-fibra, se modela el comportamiento de extracción de la fibra, a partir del cual se caracterizan los efectos combinados de la orientación de la fibra, el desaire de la fibra y el desconchado de la matriz en las respuestas de tracción del UHPC con una función de eficiencia de refuerzo de la fibra.

Los resultados de la prueba de nanoindentación muestran que la zona de transición interfacial (ITZ) entre la fibra de acero y la matriz cementosa se deteriora durante el período FT, y el espesor de esta banda débil ITZ aumenta gradualmente de 22 μm en 0 ciclo a 60 μm en 1500 FT ciclos. Se logra una buena concordancia entre las respuestas de tracción analíticas y experimentales de UHPC en varios ciclos de FT, y la predictibilidad del modelo se mejora ajustando los coeficientes que

gobiernan la rama de ablandamiento de las curvas de tensión de tracción-ancho de fisura. El modelo analítico propuesto se puede utilizar para predecir eficazmente el comportamiento de tracción del UHPC y su efecto de degradación debido a las acciones de FT.

Polat, (2016). Este estudio se centró en el efecto de los aditivos anticongelantes sobre los cambios microestructurales y las propiedades físicas y mecánicas del hormigón fresco sometido a congelación-descongelación producidos por el clima frío. Para ello, se utilizaron aditivos anticongelantes, urea y nitrato de calcio, al nivel del 6% en peso de la dosis de cemento y se compararon con muestras de control.

Después de la colada, un grupo de muestras de control se curó en condiciones de curado húmedo durante 1 día y luego se curó en agua saturada de cal a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 28 días. Otro grupo de controles, mezclas de urea y nitrato de calcio, fueron sometidos a congelación-descongelación 1, 3, 5, 7, 10, 15 y 28 veces. Se llevaron a cabo pruebas de imágenes microscópicas electrónicas (SEM) de barrido, velocidad de pulso ultrasónico (UPV), absorción de agua y resistencia a la compresión. Los resultados mostraron que el valor de absorción de agua más bajo después de 28 veces ciclos de descongelación es de 5,8% para las mezclas de nitrato de calcio.

La resistencia a la compresión a 28 días de las mezclas de control, nitrato de calcio y urea sometidas a congelación-descongelación 28 veces se redujo en 72.0%, 27.8% y 52.9% en comparación con las muestras de control curadas en agua saturada de cal a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 28 días. Las imágenes SEM mostraron que las muestras que contienen nitrato de calcio tenían una microestructura más compacta y densa en comparación con la urea y el control.

Se concluyó en que La reducción de la resistencia a la compresión debido a la urea fue mayor que el del nitrato de calcio.

Cullu & Arslan, (2014). Este estudio investiga los efectos de las condiciones corrosivas sobre las propiedades físicas y mecánicas del hormigón producido en clima frío. Se utilizaron 30% de nitrato de calcio y 5% de mezcla de hidroxietilamina (HEA) como aditivos en el anticongelante. A los 15 minutos de colocar las muestras de hormigón preparadas en moldes, las muestras se colocaron en un congelador profundo. Fueron expuestas a heladas a 0°C, -5°C, -10°C, -15°C y -20°C grados en el congelador durante dos días. Las muestras se sacaron del congelador y se retiraron de los formularios un día después. Se curaron en agua a temperatura ambiente hasta el día 28. Las muestras luego se expusieron en ácido sulfúrico al 5% de concentración, sulfato de magnesio de 7500 mg/L concentración (MgSO₄), sulfato de sodio al 5% de concentración (NaCl) y curado corrosivo y curado con agua hasta el día 120. Al final del período de curado, el volumen del espacio poroso permeable, la absorción de agua.

Se determinaron los valores de relación, unidad de peso volumétrico, relación de capilaridad, impermeabilidad, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad estático, relación de Poisson y resistencia a la tracción de las muestras de hormigón. Los resultados mostraron que las propiedades físicas y mecánicas del hormigón se vieron afectadas negativamente por las condiciones corrosivas.

Se concluyó en que la exposición del hormigón fresco a las heladas tiene un impacto negativo en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón debido a la corrosión. Estos hormigones deben estar bien protegidos. De lo contrario, las propiedades físicas y mecánicas que se esperan del hormigón no se pueden lograr y, por lo tanto, el hormigón no mostrará una resistencia adecuada a los ambientes corrosivos.

Ryou & Lee, (2013). El uso de aceleradores previene las heladas tempranas al desarrollar la resistencia del hormigón en climas fríos. Sin embargo, no existe seguridad de trabajabilidad porque la hidratación temprana hace que reaccionen rápidamente. Por tanto, los aceleradores

mediante formación de comprimidos se revistieron con alcohol polivinílico (PVA) de sustancia polimérica soluble en agua.

En este estudio, se utilizaron tabletas como aceleradores, que tienen la ventaja de prevenir las heladas tempranas y desarrollar la resistencia temprana. A continuación, los comprimidos se recubrieron con una sustancia polimérica soluble en agua. Se evalúa mediante pruebas si el tiempo de operación se puede asegurar ajustando el tiempo de reacción en la etapa inicial y si se puede desarrollar la resistencia temprana debido a la función del acelerador al disolver el material de revestimiento soluble en agua en la etapa siguiente. La discusión incluye lo siguiente: tiempo de fraguado del mortero, trabajabilidad por tiempo transcurrido, resistencia inicial para asegurar el desarrollo de la resistencia adecuada y congelación- descongelación. Como resultado, se puede asegurar la trabajabilidad así como el desarrollo de resistencia temprana para prevenir las heladas tempranas. También se encontró que la porosidad y el progreso de la hidratación que afectan al concreto son superiores al analizar los resultados de la porosimetría de intrusión de mercurio (MIP) y la microscopía electrónica de barrido (SEM).

La superficie de los aceleradores mediante la formación de comprimidos se revistió con una sustancia polimérica soluble en agua, que utilizó alcohol polivinílico (PVA). Mediante una prueba y un análisis se evaluó si el tiempo de operación se puede asegurar ajustando el tiempo de reacción en la etapa inicial y si se puede desarrollar la resistencia temprana.

Se concluyó en que el hormigón con tabletas de revestimiento de PVA satisface la trabajabilidad y la resistencia a la compresión para la prevención de las heladas tempranas, y mostraron un módulo de elasticidad dinámico relativo de más del 60% para asegurar la resistencia a la congelación y descongelación.

Xiaopeng, Gang, Ditao, & Nan, (2019). Esta investigación presenta los resultados de las pruebas de propiedades mecánicas, estructuras de microporos y características de absorción de agua

durante el período de servicio de concreto dañado por congelación temprana para investigar el deterioro del desempeño de servicio para concreto congelado de edad temprana.

Las pruebas correspondientes se llevaron a cabo considerando los factores ambientales de las heladas del tiempo de inicio de las heladas, la temperatura de las heladas y la duración de las heladas.

Siguiendo las variables de prueba, las probetas se colocaron al aire libre (el promedio la temperatura diaria es de aproximadamente 10 C) para curar a las edades de curado diseñadas (0.5, 2, 8, 24 y 72 h) y posteriormente congelar a diferentes temperaturas (-1°C, -5°C y -9°C) durante un cierto período de tiempo (2, 4 y 8 h) en una cámara de prueba ambiental artificial. El tiempo de aparición de las heladas se determinó con base en los tiempos de fraguado inicial y final del hormigón. La temperatura mínima de helada se fijó en -9°C porque normalmente la temperatura no desciende por debajo de esta, antes de que se tomaran las medidas correspondientes. Además, la duración máxima del daño por heladas se estableció en 8 h por la misma razón.

Para el hormigón con helada de inicio tiempo de 8 h, la degradación de los tres indicadores de propiedades mecánicas fue relativamente pequeño cuando el concreto de edad temprana sufrió de congelación a una temperatura de -1°C, pero aumentó significativamente a medida que la temperatura de congelación disminuyó de -1°C a -5°C. Además, la tendencia creciente disminuye con la disminución adicional de -5°C a -9°C.

Para el concreto que sufrió de congelamiento a una edad temprana con diferentes tiempos de inicio de las heladas, la degradación del desempeño del servicio causada por el congelamiento entre el fraguado inicial y el tiempo de fraguado final es la más crítica, seguida de la que ocurre antes del tiempo de fraguado inicial, y disminuye gradualmente con el aumento del tiempo de aparición de heladas después del tiempo de fraguado final.

Çınar, Uygunođlu, Barıs, & Topçu, (2020). Hoy en día, existen muchos métodos de curado acelerado que son un tema importante para el refuerzo temprano del hormigón. Su objetivo era acelerar la hidratación del hormigón mezclado con negro de carbón acortando el tiempo de moldeo y lograr la colada de hormigón en climas fríos. Para este propósito; Se agregó 0, 1, 2 y 3 por ciento de negro de carbón al concreto en lugar de cemento por peso y el concreto se produjo mediante el método de curado eléctrico. Durante el curado se aplicaron valores de voltaje de 0 V, 45 V, 60 V y 90 V sobre hormigón fresco durante 24 h. Las aplicaciones de voltaje se realizaron a diferentes temperaturas como en condiciones de temperatura ambiente (22 C), y a 0°C y -10°C utilizando un armario de aire acondicionado.

El hormigón preparado se colocó en moldes de plástico aislados eléctricamente, con dimensiones de 10x10x10 cm y 10x10x30cm. Después del proceso de curado eléctrico, las muestras de concreto se desmoldaron y curaron en la piscina de curado estándar durante 7 y 28 días. y luego se investigaron las propiedades físicas y mecánicas.

Se encontró que el aumento de la proporción de negro de carbón y la intensidad de la tensión resultó con un aumento en la temperatura interna del concreto. Con un aumento en la relación de voltaje y negro de carbón, se encontró que la duración del fraguado se aceleraba y se acortaba el tiempo de moldeo.

Sin embargo, con el aumento en la proporción de negro de humo, se observó una disminución en la resistencia a la compresión. El negro de carbón es insoluble en agua y debido a su estructura de grano fino; forma un efecto de relleno en el hormigón. También aumenta la necesidad de aglutinante en el hormigón debido al efecto de relleno del negro de carbón. Por tanto, las resistencias a la compresión se reducen a todas las temperaturas.

Nassif & Petrou, (2013). Este artículo investiga la suposición de que la colada y el curado a temperaturas cercanas al punto de congelación conducen a la pérdida de rigidez del hormigón endurecido

y provocan alteraciones y anomalías de la microestructura. El programa de investigación reportado aquí involucró 25 losas de concreto, 750x750x300 mm, que fueron sometidas a varios regímenes de curado en el rango de 20°C a -5°C. La extensión de la pérdida de rigidez y el grado de microfisuración se cuantificaron usando la Prueba de Daño de Rigidez. (SDT).

Para este trabajo se construyó especialmente una sala ambiental con controles fiables de temperatura y humedad. La temperatura de la habitación se fijó a la temperatura de curado prevista mucho antes del día de la colada.

El hormigonado a temperaturas cercanas al punto de congelación resultó en una reducción de aproximadamente un 20% de la rigidez de 28 días y un índice de daño de 5 según lo determinado por el SDT.

El curado del hormigón en condiciones cercanas a la congelación se asoció con una pérdida del 20% y el 25% de la rigidez y resistencia a los 28 días, respectivamente. El almacenamiento previo de los componentes del hormigón a una temperatura cercana a la de congelación da como resultado una reducción de la resistencia y rigidez a los 28 días en aproximadamente un 30% y un 18%, respectivamente, en comparación con el almacenamiento de los componentes a 20°C.

Eskandarsefat, (2018). El presente estudio examinó los efectos de la temperatura del agua de mezcla sobre algunas de las propiedades mecánicas y de desempeño del concreto hecho con cemento de alta resistencia temprana. El programa experimental incluyó las pruebas para hormigón fresco (o plástico) y endurecido con varias temperaturas del agua en el rango de 5 ° a 90 ° C. Con base en los resultados experimentales y las observaciones de las prácticas de campo, se podría concluir que el rango óptimo de temperatura del agua de mezclado es 50 ± 5 ° C cuando se usa cemento de alta resistencia. Además de la resistencia a la compresión examinada, se observaron el sangrado y el asentamiento óptimo de las mezclas dentro del mismo rango de temperatura. La temperatura más alta del agua de mezcla fuera de este

rango resultó en un mayor sangrado, segregación y más fallas relativas en este estudio.

De acuerdo con las políticas de hormigonado en climas fríos antes mencionadas, el uso de cemento HE (Tipo III) es la técnica más asequible y común, El hormigón se produjo utilizando agregados de piedra caliza convencionales disponibles localmente y procedimientos comunes de producción y curado, Se utilizó agua corriente normal como agua de mezcla a temperaturas controladas y, para observar únicamente la influencia de la temperatura del agua de mezcla, no se utilizaron aditivos para el hormigón.

Después de la colada, las muestras dentro de los moldes se mantuvieron a la temperatura simulada de $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (temperatura de pruebas de campo) y se protegieron de la evaporación de la humedad mediante una cubierta de lámina de plástico durante 20 a 24 horas. Esto se hizo manteniendo las muestras en una habitación con temperatura controlada. Hasta el día 7, todas las muestras se sumergieron en agua a una temperatura de $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$ según ASTM C 192. Antes de someterse a las pruebas de resistencia a la compresión, todas las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente durante 1 hora.

se evaluó la resistencia a la compresión a 3 días considerando la probable inconsistencia del cemento, a partir de entonces seis especímenes (50 X 50 X 50 mm) que se moldearon y curaron durante un día según el procedimiento estándar. Las diferentes normas y especificaciones técnicas requieren casi los mismos límites para la resistencia a la compresión a 3 días del cemento tipo HE, es decir, 24 MPa en ASTM C 150, 25 MPa en AS 3972. De acuerdo a los resultados, el valor promedio de ambas muestras cumplió con el límite mínimo de 24 MPa determinado en ASTM C 150.

La temperatura óptima del agua de mezcla para la resistencia a compresión se encontró en el rango de $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$ para el hormigón elaborado con cemento HE examinado. Los valores de resistencia a la compresión alcanzados en los trabajos experimentales estuvieron de

acuerdo con los datos de la práctica de campo, lo que pudo validar la precisión de la simulación de condiciones de campo mediante trabajos experimentales

Cullu & Arslan, (2013). Este estudio examinó los efectos del anticongelante sobre las propiedades físicas y mecánicas del hormigón que se producen en climas fríos. Se utilizaron 30% de nitrato de calcio y 5% de mezcla de hidroxietilamina (HEA), nitrato de calcio (KN) y polihidroxiamina (PA) como aditivos en anticongelante. Las muestras de hormigón preparadas se colocaron en un encofrado y se expusieron a las heladas a 0°C, -5°C, -10°C, -15°C y -20°C durante 2 días. Posteriormente, las muestras de hormigón en el congelador se curaron a temperatura ambiente hasta el día 28 y los valores de volumen del espacio poroso permeable, índice de absorción de agua, densidad, índice de capilaridad, impermeabilidad, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad estático, índice de Poisson y resistencia a la tracción de Las muestras de hormigón se determinaron después del curado.

En el estudio se utilizó cemento Portland CEM I 42.5R, Agregado de piedra caliza, que se utiliza en la producción de hormigones de resistencia normal, En el estudio se utilizaron tres anticongelantes diferentes, Se utilizó un aditivo Super plastificante que proporciona un reductor de agua de alto rango y una alta resistencia temprana en muestras de concreto fresco

Fuerza compresiva f'_c se calculó sobre 5 muestras de hormigón cilíndrico de 100mm x 200mm de acuerdo con los principios EN 12390-3. Los valores de resistencia a la compresión disminuyen en paralelo a la disminución de los valores de temperatura a los que se expone el hormigón. La razón de esta disminución es la disminución de la resistencia a la compresión debido a la disminución de la temperatura. La máxima disminución de la resistencia a la compresión se observa para las muestras de hormigón que están expuestas a -20°C: hidroxietilamina (HEA) con una resistencia de 17.28 MPa, nitrato de

calcio (KN) con una resistencia de 14.98 MPa y polihidroxiamina (PA) con una resistencia de 15.98MPa.

En conclusión, Se encontró que el nitrato de calcio al 30% y la mezcla de hidroxietilamina (HEA) al 5% ofrecían el mejor rendimiento entre los tipos de anticongelantes a las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, que se vieron afectadas negativamente debido a la disminución de la temperatura del hormigón fresco expuesto.

Fatma, Demirboğa, Kaygusuz, Yadollahi, & Polat, (2013). En este artículo se ha investigado el comportamiento del hormigón fresco y endurecido con nitrato de calcio a diferentes temperaturas de curado por debajo de la temperatura de congelación del agua y comparar los resultados con las dos muestras de control, usando el nitrato de calcio a un nivel del 6% en peso de la dosis de cemento en mezclas.

Se utilizó cemento portland ASTM Tipo I (CEM I 42.5 R) y agua del grifo para todas las mezclas durante todo el estudio, Se usó agregado con un tamaño nominal máximo de 16.0 mm como agregado grueso, los agregados finos fue arena natural de región Erzurum. La relación de agua a cemento para las mezclas de control y las mezclas de nitrato de calcio se seleccionó en 0,40.

Después de la colada, un grupo de muestras fue curado en los diferentes ultra congeladores a -5°C , -10°C , -15°C y -20°C durante 7, 14 y 28 días, y luego las mismas muestras se curaron en agua a $(23 \pm 1,7)^{\circ}\text{C}$ durante 7, 14 y 28 días.

Resistencia a la compresión tanto del hormigón de control como de nitrato de calcio disminuyó con la disminución de las temperaturas de congelación. Sin embargo, las reducciones de resistencia en el hormigón con nitrato de calcio fueron menores que las de la muestra de control. La resistencia a la compresión de C1, C2 y C3 fue de 7,92, 7,56 y 3,12 MPa, pero el de S1, S2 y S3 fue 35,93, 26,30 y 33,21 MPa, respectivamente en -5°C .

La resistencia a la compresión del hormigón de nitrato de calcio fue lo suficientemente alta hasta 14 días de exposición a una temperatura de congelación de -10°C sin ninguna precaución adicional. Sin embargo, después de 28 días de curado por congelación, el concreto expuesto a -5°C puede no se conserva solo, debe tener alguna protección o curado adicional con agua.

Los resultados mostraron que es posible utilizar nitrato de calcio como aditivo anticongelante en la tecnología del hormigón en hormigones en climas fríos sin precauciones adicionales.

Taheri, Ramezaniapur, Sabokpa, & Gapele, (2020). El procedimiento ASTM C666 es el método de prueba común que se usa para evaluar la durabilidad de congelación-descongelación de hormigón convencional, y ha sido adaptado para evaluar la resistencia a la congelación-deshielo del hormigón permeable; sin embargo, se argumenta que el método de prueba no representa las condiciones de campo ni convencionales antes del concreto. Este estudio se centró principalmente en un programa experimental para evaluar la durabilidad de congelación-descongelación de permeables especímenes de hormigón utilizando el método de prueba JC446-91, que mide el cambio en la resistencia a la compresión y la masa después de la exposición a ciclos de congelación-descongelación, como alternativa para ASTM C666. Varios parámetros que afectan al congelar-descongelar durabilidad del hormigón permeable, al saber la relación agua / cemento (W/C), arrastre de aire, inclusión de arena y el tamaño de agregado grueso se examinó experimentalmente y los resultados se evaluaron mediante análisis estadístico. Se observó que reemplazar el 8% del agregado grueso con arena y usar un mayor W / C resultó en una mayor resistencia y una mejora en la durabilidad de la congelación-descongelación. Aunque el efecto positivo del aditivo incorporador de aire (AEA) en la durabilidad de congelación-descongelación del hormigón permeable ha sido manifestada por investigadores anteriores, no se observó claramente en este estudio. Además, el cambio en el tamaño del agregado grueso no afectó significativamente la resistencia

y la congelación-descongelación a la durabilidad del hormigón permeable. Este estudio reveló que las condiciones y el número de ciclos utilizados en JC446-91 fueron inadecuados para evaluar la durabilidad de congelación-descongelación del concreto permeable, especialmente para mezclas fuertes. Por lo tanto, considerando las críticas contra ASTM C666 al representar las condiciones de campo del concreto permeable, se requieren métodos de prueba compatibles y realistas para evaluar la durabilidad de la congelación-descongelación del hormigón permeable.

Resaltó notablemente en el aumento de la durabilidad de la congelación-descongelación del hormigón permeable, en numerosas investigaciones, cambios en masa y fuerza, como el criterio principal para evaluar la durabilidad de congelación-descongelación, parecía ser insuficiente para concreto permeable en las mezclas probadas en este estudio.

Zhang, Yu, Li, & Yang, (2019). En la construcción de invierno, el hormigón para edades tempranas se ve fácilmente amenazado por daños de las heladas. Con el fin de explorar si se produjo una congelación temprana del hormigón y su grado de congelación, se investigó la deformación del hormigón de edad temprana que sufría daños por congelación. En primer lugar, se diseñó un dispositivo de prueba para la deformación sin contacto de alta precisión para uso a temperaturas bajo cero. Mediante el uso de este dispositivo se estudiaron los efectos de diferentes temperaturas bajo cero, varios agentes anticongelantes de uso frecuente y diferentes tiempos de precurado sobre la característica de deformación del hormigón de edad temprana. Además, para comprender la relación entre las deformaciones y el nivel de daño por heladas, se examinaron la resistencia a la compresión y la estructura de poros del hormigón. Los resultados mostraron que las leyes de deformación del concreto de edad temprana que sufrió daños por heladas fueron consistentes y se pudieron dividir seis etapas. Fueron asentamiento y contracción, levantamiento por heladas, estabilización por deformación,

asentamiento por temperatura positiva, expansión por temperatura positiva y reestabilización, respectivamente. Además, los valores característicos de la deformación se vieron afectados significativamente por diferentes temperaturas bajo cero, tipos de agente anticongelante y tiempo de precurado. Así mismo, los valores característicos como la deformación por levantamiento por helada y la deformación residual pueden representar la extensión del levantamiento por helada y el daño por helada para el hormigón de edad temprana. respectivamente. Además, los valores característicos de la deformación se vieron afectados significativamente por diferentes temperaturas bajo cero, tipos de agente anticongelante y tiempo de precurado.

Liu & Hansen, (2015). La resistencia al congelamiento-descongelamiento del concreto de alta resistencia (HSC) y las mezclas de concreto de resistencia normal (NSC) con diferentes contenidos de aire se investigó mediante mediciones de absorción de humedad, pérdida de masa y daños internos. Las mezclas de HSC con suficiente aire incorporado demuestran una mejora significativa en la resistencia a la formación de incrustaciones por escarcha y las características del sistema de vacío de aire no son un factor importante. Esto se puede atribuir a la reducción de la porosidad capilar y la conectividad que restringe el crecimiento de hielo promovido por la succión capilar del líquido de la superficie bajo congelación. Se encuentra un patrón bilineal claro para las curvas de pérdida de masa y absorción de humedad de las mezclas de HSC, cuyo punto de transición coincide entre sí. Esto demuestra la importancia de la condición de humedad inicial en el concreto.

La condición de humedad antes y durante la prueba es un factor importante que controla la formación de incrustaciones de sal. Esto se evidencia por la existencia de un patrón bilineal para las curvas de pérdida de masa y absorción de humedad, cuya pérdida de masa se acelera una vez que la absorción de humedad alcanza un punto de transición. La distribución del tamaño del sistema de aire-vacío con un contenido de aire total similar muestra un efecto limitado sobre la

resistencia a la formación de incrustaciones, lo que es consistente con el mecanismo gobernado por el transporte para la formación de incrustaciones de sal.

Se concluye que en el HSC con permeabilidad reducida indica que es más propenso al agrietamiento interno inducido por la presión hidráulica como resultado de la formación instantánea de hielo. Esto se evidencia por la dilatación instantánea mucho mayor en HSC en comparación con NSC en la medición de cambio de longitud en prismas de hormigón de 10 mm de espesor a diferentes grados de saturación.

Shon, Lee, Kim, & Chung, (2018). El hormigón celular (CC) es un material espumado de baja densidad y baja resistencia fabricado con cemento y/o cal, material rico en sílice (arena, escoria o cenizas volantes), agua, agregado fino y un agente espumante. Se considera que el CC que contiene millones de huecos de aire macroscópicos distribuidos uniformemente y de tamaño uniforme de aproximadamente 0,1-1 mm de tamaño tiene una buena resistencia al congelamiento-descongelamiento (FT). En el presente estudio, se exploró el CC de mezclas cementosas binarias y ternarias con diferentes proporciones de cemento Portland, cenizas volantes y cal en un programa integral de pruebas de laboratorio relacionado con la porosidad, absorción de agua, densidad seca, resistencia a la compresión y resistencia a FT, incluyendo factor de durabilidad y pérdida de masa. Para mezclas seleccionadas, se determinó el factor de espaciamiento de los huecos de aire y la distribución de los huecos de aire. Los resultados de las pruebas mostraron que la resistencia a la compresión del CC fue principalmente una función de la porosidad y la densidad independientemente del tipo de material cementoso con respecto a la combinación de mezcla cementosa binaria y ternaria. También se encontró que una mayor porosidad no necesariamente resultaba en una mayor absorción de agua. En general, se encontró que el CC presentaba una buena resistencia a FT en comparación con el concreto no aireado, aunque el CC con alta porosidad no necesariamente resultó en una mayor resistencia de FT. La adición de cenizas volantes a la mezcla condujo a una disminución

en el número de huecos de aire menores de 300 μm . En general, se encontró que el CC presentaba una buena resistencia a FT en comparación con el concreto no aireado, aunque el CC con alta porosidad no necesariamente resultó en una mayor resistencia de FT. La adición de cenizas volantes a la mezcla condujo a una disminución en el número de huecos de aire menores de 300 μm . En general, se encontró que el CC presentaba una buena resistencia a FT en comparación con el concreto no aireado, aunque el CC con alta porosidad no necesariamente resultó en una mayor resistencia de FT. La adición de cenizas volantes a la mezcla condujo a una disminución en el número de huecos de aire menores de 300 μm . También se encontró que la resistencia FT de CC se vio más afectada por el tamaño del vacío de aire. El número de huecos de aire menores a 300 μm jugó un papel fundamental en la reducción del daño de FT en CC.

Nassif & Petrou, (2013). Se investigó la suposición de que la colada y el curado a temperaturas cercanas al punto de congelación conducen a la pérdida de rigidez del hormigón endurecido y provocan alteraciones y anomalías de la microestructura. El programa de investigación reportado aquí involucró 25 losas de concreto, 750 x 750 x 300 mm, que fueron sometidas a varios regímenes de curado en el rango de 20 C a 5 C. La extensión de la pérdida de rigidez y el grado de microfisuración se cuantificaron usando la Prueba de Daño de Rigidez (SDT). Uno de los autores ha demostrado previamente que este método de prueba es muy eficaz para cuantificar el grado de alteración de la microestructura del hormigón causada por diversos mecanismos de daño. Además del SDT, el hormigón curado en frío se evaluó mediante la prueba de tensión-deformación completa, así como con métodos ultrasónicos, dinámicos y petrográficos. El hormigonado a temperaturas cercanas al punto de congelación resultó en una reducción de aproximadamente un 20% de la rigidez de 28 días y un índice de daño de 5 según lo determinado por el SDT. El curado en clima frío dio como resultado el desarrollo de microfisuras en la pasta y afectó adversamente la zona interfacial. El almacenamiento de los

componentes del hormigón en condiciones cercanas a la congelación antes de la mezcla afecta negativamente la rigidez y resistencia a largo plazo del hormigón. La absorción de agua del hormigón endurecido aumentó como resultado del curado en frío. La pérdida de rigidez debido al curado a baja temperatura no se remedia usando agregado rígido como granito ni reemplazando cemento PFA. El curado en clima frío dio como resultado el desarrollo de microfisuras en la pasta y afectó adversamente la zona interfacial. El almacenamiento de los componentes del hormigón en condiciones cercanas a la congelación antes de la mezcla afecta negativamente la rigidez y resistencia a largo plazo del hormigón.

Esta investigación se concluyó en que la absorción de agua del hormigón endurecido aumentó como resultado del curado en frío. La pérdida de rigidez debido al curado a baja temperatura no se remedia usando agregado rígido como granito ni reemplazando cemento PFA. El curado en clima frío dio como resultado el desarrollo de microfisuras en la pasta y afectó adversamente la zona interfacial. El almacenamiento de los componentes del hormigón en condiciones cercanas a la congelación antes de la mezcla afecta negativamente la rigidez y resistencia a largo plazo del hormigón. La absorción de agua del hormigón endurecido aumentó como resultado del curado en frío. La pérdida de rigidez debido al curado a baja temperatura no se remedia usando agregado rígido como granito ni reemplazando cemento PFA.

Kiachehr Behfarnia, (2018). El hormigón de escoria activada por álcalis (AAS) podría considerarse un hormigón ecológico y económico. El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de nanopartículas, incluidas nano-sílice, nanoalúmina y nanoarcilla, sobre la resistencia del hormigón AAS frente a los ciclos de congelación y descongelación. Se utilizó hidróxido de sodio y silicato de sodio para la activación de la escoria en el hormigón AAS. En esta investigación, se preparó una mezcla de control sin nanomateriales y 3 mezclas que contenían 1, 2 y 3% en peso de nanopartículas. Las muestras se analizaron mediante la prueba de congelación-descongelación, de acuerdo con la norma

ASTM C666-B. Se midieron la resistencia a la compresión y la pérdida de masa de las probetas de hormigón AAS. Los resultados mostraron que la nanosílice y la nanoarcilla, respectivamente, se desempeñó mejor que la nano-alúmina en la mejora de la resistencia y durabilidad del hormigón de escoria activada con álcalis sometido a ciclos de congelación y descongelación. Agregar 2% y 3% de nano-sílice tuvo un efecto ligeramente menor en las propiedades de AASC en comparación con el 1% de nano-sílice.

En esta investigación se concluyó que La adición de nanopartículas podría disminuir el asentamiento del hormigón AAS debido al tamaño más pequeño y la superficie específica más alta de las nanopartículas y al aumento de la relación de aspecto en el hormigón.

Nabil, Ilham, & Aissa, (2017). Este artículo se centra en los efectos del clima cálido sobre las características del hormigón y los procedimientos de hormigonado en clima cálido con base en normas importantes en este campo: ACI, ASTM y AASHTO, y otras referencias importantes; finalmente, se realizará la conclusión de recomendaciones para mejorar las prácticas de construcción ordinarias en los países desarrollados.

Demanda de agua y pérdidas por asentamiento: La pérdida de trabajabilidad se debe a la doble acción de evaporación del agua y calor de hidratación. Esto puede conducir a una tendencia a compensar la falta de trabajabilidad mediante la adición de agua con consecuencias perjudiciales para la resistencia y durabilidad. Otra investigación muestra que aumentar la relación E / C con un curado adecuado mejora la resistencia. El aumento del agua de mezcla también da como resultado una mayor contracción por secado

La alta temperatura del hormigón afecta la trabajabilidad inicial y la tasa de pérdida de trabajabilidad y, en consecuencia, la tendencia a agregar más agua al mezclador en el lugar de trabajo. Esto conduciría directamente a un concreto que es más vulnerable a la congelación-descongelación, las condiciones climáticas, el ataque de sulfatos y la

penetración de soluciones de dióxido de carbono y cloruro que conducen a la corrosión del refuerzo. La baja trabajabilidad resultante de las altas temperaturas puede conducir a una baja compactación que también deja al hormigón más vulnerable al deterioro. La contracción plástica y el agrietamiento térmico en edades tempranas también se clasifican como mecanismos de deterioro del hormigón porque permiten que la humedad, el dióxido de carbono, el oxígeno o los cloruros accedan fácilmente a los refuerzos del hormigón.

Los problemas más importantes del hormigonado en climas cálidos para hormigón fresco son la contracción plástica, la evaporación excesiva y la rigidez temprana. Los problemas más importantes del hormigonado en climas cálidos para hormigón endurecido son la caída de la resistencia a largo plazo, la corrosión de las barras de refuerzo y la durabilidad reducida. La estimación y el control de las condiciones climáticas en el lugar de trabajo es primordial.

Tang, Su, Huang, Qu, & Yang, (2017). En este artículo investiga las propiedades mecánicas, la permeabilidad del ion cloruro, el módulo de elasticidad dinámico relativo y el índice de pérdida de masa de las muestras de hormigón curadas en la temperatura que varía de lo normal, 40°C, 60°C, 75°C y 90°C, y la humedad se mantuvo al 90% de forma continua. Los resultados experimentales revelan que el entorno de curado a alta temperatura puede beneficiar el desarrollo de la resistencia en la etapa inicial, pero reducir la resistencia a largo plazo. Está comprobado que 60°C es un punto crítico. Por encima de 60° C, la resistencia del material de hormigón y su resistencia a la permeabilidad a los iones cloruro mostraron una tendencia decreciente; sin embargo, en el rango de temperatura apropiado, las propiedades de resistencia a las heladas del hormigón se mejoran al aumentar la temperatura.

La resistencia a la compresión del hormigón aumenta gradualmente al aumentar la temperatura. Específicamente, cuando la temperatura alcanzó los 60 grados, los cubos de prueba de concreto alcanzaron las resistencias máximas de 34.06MPa, 35,68 MPa y 37,26 MPa, para

muestras curadas durante 3, 7 y 28 d, respectivamente. En comparación con los datos del hormigón curado a temperatura normal, las resistencias medidas a 60 °C mostró incrementos de 43,05%, 20,38% y 15,53%, respectivamente. Sin embargo, cuando la temperatura excedió los 60°C, los valores de resistencia comenzaron a disminuir, lo que indica que la resistencia del hormigón mejora solo en un cierto rango de temperatura y hasta un valor umbral. Además, la resistencia a la compresión de las probetas de hormigón, curadas a 60°C, aumenta linealmente con el tiempo, hasta 28 d. Con el aumento de la temperatura, la resistencia a la compresión del hormigón disminuye, pero la resistencia general es aún mayor después de 28 días que a los 3 o 7 días de curado. Estos resultados indican que la temperatura sí tiene una influencia significativa en la resistencia a la compresión del hormigón.

Al-Nuaimi, Irshidat, & Salim, (2019). En esta investigación se investiga el efecto de las condiciones de curado inicial y final del hormigón ordinario colocado en regiones con condiciones ambientales adversas sobre la resistencia a la compresión y la microestructura del hormigón. Se moldearon y probaron más de 100 muestras de concreto para estudiar el efecto de diferentes parámetros, como las condiciones de curado inicial, la duración del curado final, la exposición al sol al aire libre y las condiciones de vaciado.

Se seleccionaron dos condiciones de exposición, a saber: sol exterior y condiciones nominales de laboratorio. La exposición al sol al aire libre se considera la condición climática más adversa que experimenta el hormigón durante las fases inicial y final de hidratación. Hay una pérdida posterior de agua mientras el hormigón está expuesto a altas temperaturas, baja humedad y vientos secos. La exposición al sol al aire libre tuvo rangos de temperatura de 40 a 50 C, con una humedad atmosférica relativa de 30 - 40% y vientos cálidos de 15 - 20 km / h. Las condiciones de sol al aire libre simulan las condiciones de exposición de la mayoría de los edificios y construcciones que se realizan en la región del Golfo Árabe. Los cilindros de hormigón se

colocaron en un área abierta expuesta a la luz solar directa y alta temperaturas. Por otro lado, las probetas mantenidas en laboratorio a exposición simulan la temperatura nominal y las condiciones requeridas para la óptima hidratación del hormigón según ASTM C31 / C31M- 19. 23 Con un rango de temperatura de 20 - 25 C, humedad relativa de 60 - 65% y protegido de la luz solar directa, la exposición del laboratorio interior proporciona un entorno adecuado para que el hormigón se hidrate en sus duraciones finales de curado.

Los resultados reflejan lo crucial del curado del hormigón después de la colada en las primeras 48 horas (curado inicial) para aumentar su resistencia a la compresión, sin importar a qué entorno esté expuesto el hormigón en las últimas etapas de su vida. La resistencia a la compresión del hormigón disminuyó al disminuir el período de curado final independientemente de la condición de exposición. La degradación de la fuerza fue mayor en el caso de la exposición al sol que en el laboratorio. La máxima degradación en la resistencia a la compresión de las probetas de hormigón debido al efecto combinado de las condiciones adversas de curado inicial y final alcanza hasta el 68% en el caso de curado inicial en exterior y curado húmedo final de día cero. Las imágenes de microscopía electrónica de barrido y el análisis químico indican que una cantidad excesiva de cúmulos densos y bien formados de C — S — H se formuló a medida que aumenta la duración del curado húmedo.

Ham & Oh, (2013). El estudio actual es un intento de evaluar las propiedades de endurecimiento del hormigón expuesto a climas cálidos en estado fresco. En primer lugar, este estudio revisa el estado actual de comprensión y práctica para la colocación de concreto en climas cálidos en EE. UU. Y luego se investigaron los sitios de carreteras con presuntos problemas de concreto en climas cálidos.

Se analizan las temperaturas en todos los estados y los parámetros que cada estado exige al momento de colocación, encontrando más de la mitad de los estados requieren que el concreto esté a 90 F (32,2 C) o

menos antes de la colocación, pero aproximadamente una cuarta parte de los estados no tienen límite o no mencionan el hormigonado en climas cálidos. Dos estados tenían una temperatura permisible más baja, 85 F (30 C), tres estados permiten hasta 95 F (35 C) y un estado permite hasta 100 F (37,7 C) (Florida).

Se obtuvieron muestras de núcleos de las ubicaciones de campo y se analizaron mediante análisis de frecuencia de resonancia estándar y la prueba de ebullición. Basado en los resultados, no parece haber evidencia sistemática de problemas frecuentes de agrietamiento relacionados con la colocación a alta temperatura. Así, los deterioros sospechosos que son atribuibles al hormigonado en climas cálidos serían debidos a otros factores.

Mi, Li, Hu, Liu, & Qiao, (2020). Este artículo investigó las propiedades de fractura del hormigón en ambientes secos con diferentes temperaturas de curado (5°C, 20°C, 40°C y 60°C). Para cada condición de curado, los parámetros clave de fractura del concreto se probaron a cinco edades diferentes (3, 7, 14, 28 y 60 d).

Las probetas de división de cuña entallada se emplean para investigar las propiedades de fractura del hormigón. Las ventajas de usarlo son que su propio peso tiene un insignificante efecto sobre los resultados de las pruebas y la relación entre la longitud del ligamento y el tamaño de la muestra es considerablemente grande

Los resultados muestran que, en ambientes secos, La tenacidad efectiva a la fractura y la energía de fractura del concreto expuesto a temperaturas elevadas aumentaron a una tasa de crecimiento relativamente alta a una edad temprana. Sin embargo, la velocidad de crecimiento de la tenacidad efectiva a la fractura y la energía de fractura disminuyeron más rápidamente a temperaturas elevadas en las últimas etapas. Como resultado, el concreto curado a una temperatura más alta exhibió valores finales más bajos de parámetros de fractura y viceversa. Es decir, un cruce de temperatura en la Tenacidad efectiva a la fractura y energía de fractura del hormigón en ambientes secos. Teniendo en

cuenta la tasa de crecimiento inicial y los valores finales de los parámetros de fractura, la temperatura óptima adecuada para el desarrollo de las propiedades de fractura del hormigón en condiciones secas fue de alrededor de 40°C. ° C.

Vu, y otros, (2019). Este artículo describe un estudio internacional sobre la resistencia a la carbonatación del hormigón preparado con diferentes materiales cementantes suplementarios. Las muestras de hormigón, de 45 mezclas de hormigón diferentes, preparadas de forma centralizada en Lafarge Centre de Recherche (Francia) se enviaron en condiciones de sellado a otros 4 laboratorios de investigación académicos (ubicados en EE. UU., Canadá, India y China).

Los especímenes se expusieron al medio ambiente y a las concentraciones de CO₂ atmosférico en los cinco lugares, incluido Lafarge Centre de Recherche en Francia, tanto en condiciones protegidas como no protegidas durante un período de 5 años.

Las mediciones de la profundidad de carbonatación se realizaron a intervalos periódicos y los datos se analizaron para evaluar la influencia de las condiciones climáticas en la resistencia a la carbonatación. Los resultados indican que la tendencia general de la carbonatación no es muy diferente independientemente del macroclima. Además, el número de días de lluvia parece tener una influencia más significativa en el progreso de la carbonatación que la precipitación total en la región.

Al-Negheimish & Alhozaimy, (2013). El estudio se realizó en condiciones de laboratorio diseñadas para simular las condiciones reales de campo. Observaron cierta reducción en la resistencia a la compresión debido al aumento del tiempo de entrega, especialmente a temperaturas más altas. Este documento informa sobre los resultados de un estudio reciente sobre los cambios en las propiedades del hormigón (temperatura del hormigón, asentamiento y resistencia a la compresión) durante la entrega de RMC en condiciones extremadamente cálidas y secas que prevalecen en Riad durante los largos meses de verano y el impacto del método de mezcla (mezcla central versus mezcla en

camión) en tales cambios. El estudio se realizó en concreto entregado a proyectos reales y, por lo tanto, refleja el desempeño del CONCRETO PREMEZCLADO (RMC) en condiciones reales de campo.

El estudio abarcó ocho sitios de construcción en Riad con hormigón entregado por seis proveedores de RMC (tres plantas de mezcla central y tres plantas de mezcla de camiones). En total, se recopilaron datos de 80 camiones de reparto, la mayoría de los cuales fueron durante los calurosos meses de verano. El total comprende 40 camiones de plantas de mezcla central (28 camiones durante los meses calurosos de verano y 12 durante la primavera) y 40 camiones de las plantas que utilizan el procedimiento de mezcla de camiones (28 camiones en verano y 12 en primavera). Las muestras de cubos se moldearon en moldes de plástico rígido de 150 x 150 x 150 mm (6 x 6 x 6 pulgadas). La superficie superior de las muestras de cubos, después del acabado, se selló con una cubierta de plástico. Los cubos se dejaron entre 16 y 24 horas en la planta y posteriormente se transportaron al laboratorio de hormigón del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad King Saud, donde se curaron y probaron a la edad de 28 días de acuerdo con BS 1881

La temperatura inicial del concreto para las muestras tomadas durante el verano estuvo en el rango de 28 a 38 ° C (82 a 100 ° F) y la temperatura ambiente correspondiente en el momento del muestreo estaba en el rango de 34 a 45 ° C (93 a 113 ° F). Para las muestras tomadas durante la primavera, la temperatura del concreto estuvo en el rango de 24 a 27 ° C (75 a 81 ° F) y la temperatura ambiente estuvo en el rango de 17 a 21 ° C (63 a 70 ° F).

La resistencia a la compresión en el sitio fue, en promedio, 0,9 MPa (131 psi) o 2,3% mayor que la resistencia a la compresión en la planta de procesamiento por lotes (Cuadro 2). Este aumento marginal de resistencia en el sitio en comparación con la planta es estadísticamente significativo. Las comparaciones de subconjuntos que representan las muestras de verano y primavera revelaron que el aumento en la resistencia a la compresión es estacional. Cuando se probó en

subconjuntos, la prueba t pareada mostró que la diferencia entre el sitio y la planta para las muestras de verano era estadísticamente significativa en $\alpha = 0.01$ pero no significativo para muestras de primavera. El pequeño aumento en la resistencia a la compresión entre la planta y el sitio y la naturaleza estacional de este aumento muestran que asumir que las resistencias a la compresión en el sitio y la planta son equivalentes es válido y realista.

Ait-Aider, Hannachi, & Mouret, (2013). En este artículo se toman como áreas de referencia en este estudio Laghouat y Ouargla, ubicadas en el sur de Argelia. Se clasifican como zonas áridas saharianas. El clima que caracteriza a estas zonas es de tipo semicontinental con un verano muy caluroso, cuyas temperaturas superan los 45°C. 1 C, y un invierno riguroso.

La temperatura de referencia del hormigón recién mezclado a tener en cuenta es 50+-1°C. Este valor se registró con bastante frecuencia en las zonas de Laghouat y Ouargla en Argelia. Esta temperatura inicial del hormigón recién mezclado se obtendrá en el laboratorio calentando los diferentes ingredientes (áridos, cemento y agua)

A partir de estos hormigones, se prepararán muestras 16mm x 32mm cilíndricas y luego se asignarán a los siguientes ambientes:

Temperatura 20 +- 1°C, humedad relativa 100%, inmersión total en agua (TI). Temperatura 25 +- 1°C, humedad relativa 35%, condiciones de laboratorio in situ (ILC). Temperatura 50+-1°C, humedad relativa 10%, sin ningún medio de curado (NC), luego en ILC hasta la edad de 28 días. Temperatura 50+-1°C, humedad relativa 10%, arpillera húmeda durante 5 días (HC), luego en ILC hasta la edad de 28 días. Temperatura 50+-1°C, humedad relativa 10%, película húmeda de saco de cemento durante 5 días (FB), luego en ILC hasta los 28 días.

Entre los tres ambientes calientes, el HC parece ser el más favorable al desarrollo de la resistencia a la compresión para los hormigones CW0 totalmente corregidos por un plastificante. El aumento de fuerza en este

entorno puede alcanzar del 16% al 28% en comparación con los entornos NC y FB. Estos resultados confirman todos los beneficios del compuesto de curado del hormigón traído por varios autores en condiciones climáticas cálidas.

Como la corrección por un plastificante se sustituye por la cantidad de agua añadida, la influencia de los curados FB y HC se atenúa. De hecho, los hormigones CW4 y CW5 tienen en general la misma resistencia en cada entorno y eso sigue siendo válido al nivel de las dos edades. La contribución de adición de agua, en otras palabras, de un aumento relación w/c, parece tener un efecto más equilibrante que los diferentes curados. Con la excepción del entorno ILC y TI

Por otro lado, bajo w/c Los hormigones de ratio han presentado un período de endurecimiento más corto como consecuencia de la aceleración del proceso de hidratación. Esto podría explicar en parte la reducción de la resistencia de estos hormigones en los ambientes cálidos. La pérdida continua de humedad sin reemplazo por curado conducirá inevitablemente a una debilidad permanente debido a una hidratación incompleta.

Tioua, Kriker, Barluenga, & Palomar, (2017). En este trabajo, se evaluó la influencia del DPF y el aditivo reductor de retracción (SRA) sobre el concreto autocompactante (SCC) expuesto a condiciones de laboratorio y secado en caliente durante las primeras 24 h en edades tempranas y en propiedades endurecidas. Se consideraron dos fracciones de volumen, 0.1 y 0.2% por volumen, de DPF corto (1 y 2 cm de longitud) y fracción de volumen de 2% de SRA por cantidad de cemento. Se probaron un total de 14 mezclas y se midieron varios parámetros de edad temprana, como contracción y agrietamiento por secado a edad temprana, presión capilar, temperatura, velocidad de pulso ultrasónico (UPV) y pérdida de peso y resistencia a la compresión endurecida, módulo ultrasónico y porosidad aparente.

Cemento Portland ordinario CEM I 42.5 R, suministrado por Portland Cement Valderrivas, certificado conforme a la recomendación de la

norma UNE-EN 197-1. Como aditivo mineral en la mezcla se usó relleno de caliza estándar Betocarb_ P1-DA, tenía un peso específico de 2.7 y la superficie Blain era de 495 m² / kg, suministrado por Omya Clariana SL El agregado grueso utilizado fue grava silícea natural con un tamaño nominal máximo de 20 mm.

Para evaluar las propiedades mecánicas del hormigón endurecido, se midió la resistencia a la compresión en probetas de 100 mm cúbicos, según UNE-EN 12390-3. Se analizaron tres muestras para cada tiempo de prueba a los días 1, 7 y 28, y se utilizaron los valores promedio en los análisis.

Condiciones cálidas y secas: el clima cálido y seco que cubre la ciudad de Ouargla y la región sur de Argelia se simuló en una cámara climática (T = 40 C, HR = 25 ± 5%) y en condiciones de laboratorio: las muestras se encontraban en condiciones normales en el laboratorio (T = 20 ± 2 C, HR = 50 ± 5%).

La adición del DPF redujo ligeramente la resistencia a la compresión del SCC. El SRA también tuvo un efecto beneficioso sobre el SCC en un ambiente seco-caliente: se redujo la contracción por secado del EA y se mitigó el riesgo de agrietamiento, mientras que la resistencia a la compresión se incrementó ligeramente. La adición de un 2% de SRA redujo en un 53% la contracción por secado por EA del SCC curado en condiciones de secado en caliente.

Los resultados mostraron que el DPF produjo en el SCC efectos similares a los del SRA en un ambiente seco-caliente, debido a su capacidad para reducir la contracción por secado temprano y el riesgo de agrietamiento del SCC

Солобай, Воронкова, Демченко, Кудайбергенова, & Кулжабаева, (2014). El tema de la investigación es el efecto de la adición de un superplastificante sobre las propiedades del hormigón de diferentes clases. Durante las pruebas, se utilizó el superplastificante KP 501 de SanNopca Korea, proporcionado por Uneedus Group LLP.

El uso de este aditivo permite aumentar el tiempo de fraguado de la mezcla de hormigón, mejorar la resistencia al agua, manteniendo las propiedades físicas del hormigón dentro de los límites permisibles.

Se utilizo Cemento Portland: PC-400-D20; Piedra triturada: fracciones de 5-20 mm, densidad aparente de piedra triturada 1380 kg / m³ en la cantera Birlik 4 (región del sur de Kazajstán); Arena para trabajos de construcción, con un módulo de tamaño Mk-2.48; densidad aparente 1590 kg / m³ en Birlik 4 a cielo abierto (región del sur de Kazajstán); Líquido superplastificante dobaka en base ésteres de policarboxilato KP-501 de SanNopca Korea; Agua.

Se realizaron tres diseños de mezcla de hormigón expuestas a temperatura de 27°C humedad 73%; presión 725 mm

De acuerdo con los resultados de las pruebas de concreto de clase B7.5, la resistencia promedio del concreto fue de 10.36 MPa, que fue el 105% de la resistencia a la compresión del concreto requerida según ГOCTy 26633-91 (norma estandarizada del país) a la edad de 28 días, que es de 98.2 kg-f / cm² (9,82 MPa).

De acuerdo con los resultados del ensayo de hormigón de clase B20, la resistencia media del hormigón fue 28,21 MPa, que era el 108% de la resistencia a la compresión del hormigón requerida según ГOCTy 26633-91 (norma estandarizada del país) a la edad de 28 días, que es 261,9 kg-f / cm² (26,19 MPa).

De acuerdo con los resultados de las pruebas de concreto de clase B25, la resistencia promedio del concreto fue de 34.92 MPa, que fue el 107% de la resistencia a la compresión del concreto requerida según ГOCTy 26633-91 (norma estandarizada del país) a la edad de 28 días, que es de 327.4 kg-f / cm² (32,74 MPa).

Los estudios han demostrado que el uso de un superplastificante a base de ésteres de policarboxilato KR-501 produce el siguiente efecto: mejora de la movilidad (trabajabilidad) de la mezcla de hormigón, que es evidente por el aumento del asentamiento del cono de 5-8 cm a 10-

12 cm sin cambiar la proporción de aglutinante inerte y agua; la resistencia del hormigón en el día 28 fue del 105% (para B7.5), 108% (para B20), 107% (para B25). Por lo tanto, las pruebas han demostrado que la adición de KR-501 aumenta la trabajabilidad.

Kriker, Debicki, Bali, Khenfer, & Chabannet, (2015). El estudio examina cuatro tipos de fibras de la superficie de la palmera datilera y determina sus propiedades mecánicas y físicas. Además, las propiedades del hormigón reforzado con fibra de palmera datilera, como resistencia, índice de continuidad, tenacidad y microestructura, se dan en función del curado en agua y en un clima cálido-seco. La fracción de volumen y la longitud de las fibras de refuerzo fueron de 2 a 3% y de 15 a 60 mm, respectivamente.

Se utilizaron fibras superficiales de palmera datilera (DPSF), cemento Portland compuesto (CPJCEM II / A 32.5) y el cemento Portland (CPACEM I 52,5), Se utilizaron dos arenas naturales con un tamaño máximo de 5 mm, Se utilizaron dos agregados con tamaño máximo de 10 mm y tamaño mínimo de 5 mm.

Se utilizaron Especímenes 70x70x280 mm para ensayos de resistencia a la flexión y velocidad de pulso del hormigón y se utilizaron lados de cubos de 100 mm para las pruebas de resistencia a la compresión.

Las muestras se curaron inicialmente en el laboratorio. para 24h debajo normal climático condiciones: $T = 20 \pm 2$ C y $RH = 65 \pm 5\%$. Después del desmoldeo, se curaron hasta la prueba en tres tipos de ambiente. Para el primer tipo de ambiente, las muestras de concreto fibroso se colocaron en agua a una temperatura de 20–25 C (referenciado Curado 1). Para el segundo tipo de ambiente, se colocaron en una atmósfera ambiental bajo un clima seco-caliente no controlado (referenciado Curado 2) con condiciones de campo severas durante 6 meses (junio - noviembre) la temperatura máxima media mensual varió de 43,2 C en julio a 23,6 C en noviembre. Para el tercer tipo de ambiente, se colocaron en una sala de vapor en el laboratorio a 32 ± 2 C y 28 ± 2 de HR (referenciado Curado 3).

El hormigón se probó en las siguientes edades: 7, 28, 90 y 180 días para la prueba de velocidad del pulso, y a los 28, 90 y 180 días para resistencia a la compresión y la flexión. Se utilizaron seis muestras para cada prueba.

Se descubrió que aumentar la longitud y el porcentaje de refuerzo de fibra tanto en el curado con agua como en seco en caliente mejora la resistencia a la flexión posterior a la fisura y los coeficientes de tenacidad, pero disminuye la resistencia a la primera fisura y a la compresión. En clima cálido-seco, se observó una disminución de la resistencia a la primera fisuración con el envejecimiento para cada tipo de concreto. El curado con agua disminuyó el grado global de huecos y grietas con el tiempo para cada tipo de concreto.

Stanish, Alexander, & Kellerman, (2013). En este artículo se investigó influencia de la temperatura elevada en la resistencia a la compresión del hormigón utilizando el método de prueba del índice de durabilidad desarrollado en Sudáfrica.

Se moldearon seis mezclas de hormigón diferentes para su evaluación. Estas mezclas fueron seleccionadas por Holcim Sudáfrica para dar una gama de cualidades concretas que reflejan la práctica típica en el Cabo Oeste. Se utilizaron dos tipos diferentes de aglutinantes, lisos CEM 142,5 y 50% CEM 142,5 - 50% escoria Corex. Cada Se utilizó el tipo de aglutinante para moldear tres grados de hormigón – Grado 35, grado 40 y grado 50.

Se encontró que, si bien en ocasiones hubo una influencia estadísticamente significativa en los resultados de la prueba a una temperatura inicial elevada de 37 ° C, este efecto generalmente no tenía importancia. Una excepción fue la permeabilidad al gas de corex concretos de escoria (relacionados con la resistencia a la carbonatación), lo que condujo a una disminución en el rendimiento a 37 ~ que fue estadísticamente significativa y de importancia práctica. A pesar de esto, los resultados indican que la corrosión inducida por

carbonatación es poco probable si se proporciona una cobertura de se alcanza un mínimo de 30mm.

Hun Park, Sung Ryu, Taek Koh, & Joo Kim, (2014). La fuerza de unión interfacial de las fibras largas de acero de alta resistencia incrustadas en concreto de ultra alto rendimiento (UHPC) reforzado con micro fibras de acero cortas se investigó mediante la realización de pruebas de extracción de una sola fibra. En particular, se investigó la influencia de la adición de un reductor de la contracción a una matriz de UHPC sobre la resistencia a la extracción de las fibras de acero de alta resistencia. La adición de un agente reductor de la contracción produjo una notable reducción en la resistencia a la extracción de la fibra debido a la menor contracción de la matriz, aunque la reducción de la resistencia a la extracción fue diferente según el tipo de fibra. Las fibras de acero largas, lisas y retorcidas eran muy sensibles a la adición del agente reductor de la contracción, mientras que las fibras en forma de gancho no lo eran. Entre las diversas fibras de acero de alta resistencia probadas, las macrofibras de acero retorcido mostraron la mayor resistencia a la unión interfacial.

Yalçinkaya & Yazıcı, (2017). Este estudio se enfoca en la contracción a temprana edad del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) con aditivos minerales de alto volumen. Se obtuvieron dos mezclas de UHPC con bajo contenido de cemento, que tienen una resistencia a la compresión similar con la mezcla de control, con reemplazos de escoria de alto horno granulada molida de alto volumen (GGBFS) o cenizas volantes (FA). Los efectos de la temperatura de exposición sobre la contracción autógena de las muestras selladas y la contracción por secado se estudiaron a edades tempranas (<24 h). Además, se investigó el efecto de la humedad relativa (HR) sobre la contracción por secado a una edad temprana con una temperatura constante.

Como resultado, se pueden sacar las siguientes cinco conclusiones principales:

Es posible producir UHPC ecológicos, que tienen una resistencia a la compresión de 150 MPa, con reemplazos de 50% GGBFS o 30% FA.

Tanto el efecto retardador de fraguado de FA como el efecto de aceleración de fraguado de los GGBFS se debilitaron al aumentar la temperatura.

Se observó un aumento notable en la contracción por secado como resultado del reemplazo de alto volumen de cemento Portland, especialmente cuando se utilizó GGBFS.

Un aumento en la temperatura ambiente no solo aumentó el encogimiento por secado, pero también aceleró el desarrollo del encogimiento en las primeras horas.

El aumento de la temperatura ambiente redujo la contribución de la contracción autógena a la contracción por secado para UHPC, además de la mezcla reemplazada por FA. Esto se debe principalmente a que el reemplazo de FA aumentó la demanda de superplastificantes y provocó la formación de piel de elefante, que actúa como una barrera y dificulta la evaporación de la humedad del UHPC joven.

Shen, Jiang, Shen, Yao, & Jiang, (2016). El hormigón de alto rendimiento (HPC) se utiliza ampliamente en la práctica. La relación agua-cemento de HPC es baja y se produce una auto-deseccación que inducirá una contracción autógena marcada. La contracción autógena generalmente aumenta el riesgo de agrietamiento si se evita que el concreto se contraiga libremente a una edad temprana. La resistencia autógena a la contracción y al agrietamiento del concreto de edad temprana se ve influenciada por la temperatura de curado. Sin embargo, el efecto de la temperatura de curado sobre la contracción autógena del concreto de edad temprana no está en consistencia y sigue faltando cómo la temperatura de curado afecta la resistencia al agrietamiento del concreto. Por lo tanto, la investigación sobre el efecto de la temperatura de curado sobre la resistencia al agrietamiento del concreto de edad temprana debe estudiarse más a fondo.

En este estudio, Se llevaron a cabo estudios experimentales sobre el agrietamiento del concreto en edades tempranas bajo 100% de restricción y diferentes temperaturas de curado utilizando la Máquina de Prueba de Esfuerzo de Temperatura (TSTM). El presente estudio investigó la contracción autógena de HPC de edad temprana curado a diferentes temperaturas de curado.

Las proporciones de la mezcla: Cemento Portland ordinario (Cemento II 52.5R), Arena de río de peso normal con un módulo de finura de 2,05 y se utilizó un tamaño máximo de 1,8 mm. El agregado grueso utilizado fue piedra caliza triturada con tamaños máximos de partícula de 26mm En la preparación de la mezcla de concreto, el primer paso fue agregar todos los materiales secos a la mezcladora en el siguiente orden: agregado grueso, agregado fino y cemento Posteriormente, se añadió lentamente agua del grifo con superplastificante líquido a base de policarboxilato

En la presente investigación, se investigaron las influencias de diferentes temperaturas de curado sobre la contracción autógena de HPC. Se impusieron tres temperaturas de curado diferentes (isoterma 20, 45 C y condición adiabática). Las tres mezclas de HPC se designaron como NC-20, NC-45 y NC-A. NC-20 es el HPC curado a 20 C isotérmico, NC-45 es el HPC curado a 45 C isotérmico y NC-A es el HPC curado en condición adiabática.

Las pruebas incluyeron la determinación de la resistencia a la tracción a la compresión y a la rotura en cubos de 150mm. El resultado de la prueba mostró que la resistencia a la compresión de HPC a los 28 d fue de 64 MPa. Los demás resultados experimentales indican que las relaciones entre el esfuerzo de fisuración y la resistencia a la tracción para las muestras de HPC fueron todas inferiores a 1,0; la contracción autógena de HPC aumentó con el aumento de la temperatura de curado; se presentó un modelo de predicción para la contracción autógena de HPC considerando el efecto de la temperatura de curado; las temperaturas de fisuración y las reservas de tensión fueron

seleccionadas como los principales indicadores de evaluación de fisuración de TSTM.

Pilehvar, y otros, (2018). Se examinó el efecto de las condiciones de las heladas sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto geopolímero (GPC) y el concreto de cemento Portland (PCC) que contienen dos materiales de cambio de fase microencapsulados (MPCM) diferentes. Los estudios microestructurales revelaron que el deterioro del concreto inducido por congelación-descongelación puede contribuir a la aparición de microfisuras en las zonas de transición interfacial débiles entre pasta / agregado y pasta / MPCM. La adición de MPCM proporcionó una excelente resistencia contra los ciclos de congelación-descongelación con una menor reducción de la resistencia a la compresión, a diferencia de las muestras sin MPCM donde se observó una reducción más fuerte. Cuando la temperatura se redujo a 0 C, el tiempo de fraguado inicial de las pastas de cemento Portland se alargó debido a la baja temperatura y la alta viscosidad. .

Para pastas de geopolímero, el tiempo de fraguado inicial se hizo más corto debido a la separación de fases de la solución alcalina a bajas temperaturas. El aumento de la concentración de MPCM redujo el tiempo de fraguado final para las pastas de cemento Portland y geopolímeros.

Se concluye en que La pérdida de masa después de 28 ciclos de congelación-descongelación fue inferior al 1% para todas las muestras. La resistencia a la compresión de GPC y PCC disminuye después de la exposición a 28 ciclos de congelación-descongelación. Sin embargo, GPC exhibe una resistencia mucho mejor contra los ciclos de congelación-descongelación que el PCC. Curiosamente, después de la adición de MPCM, la disminución de la resistencia a la compresión después de los ciclos de congelación-descongelación se redujo a menos del 2,5% después de 28 días para todas las muestras. Esto ilustra que el MPCM proporciona una excelente resistencia contra los ciclos de congelación-descongelación. Los huecos de aire y los espacios entre las

microcápsulas y el hormigón circundante proporcionan un espacio de expansión libre para el agua cuando se congela, reduciendo así el estrés inducido por las heladas.

2.3. Estructura Teórica y científica.

2.3.1. Concreto (Hormigón)

El hormigón es una piedra artificial formada al mezclar apropiadamente cuatro componentes básicos: cemento agregado fino, agregado grueso, agua y eventualmente aditivos. Las propiedades del hormigón dependen en gran medida de la calidad y proporciones de los componentes en la mezcla, y de las condiciones de humedad y temperatura, durante los procesos de fabricación y de fraguado. Para conseguir propiedades especiales del hormigón (mejor trabajabilidad, mayor resistencia, baja densidad, etc.), se pueden añadir otros componentes como aditivos químicos o se pueden reemplazar sus componentes básicos por componentes con características especiales como agregados livianos, agregados pesados, cementos de fraguado lento, etc. El hormigón ha alcanzado importancia como material estructural debido a que puede adaptarse fácilmente a una gran variedad de moldes, adquiriendo formas arbitrarias, de dimensiones variables, gracias a su consistencia plástica en estado fresco. Al igual que las piedras naturales no deterioradas, el hormigón es un material sumamente resistente a la compresión, pero extremadamente frágil y débil a sollicitaciones de tracción. Para aprovechar sus fortalezas y superar sus limitaciones, en estructuras se utiliza el hormigón combinado con barras de acero resistentes a la tracción, lo que se conoce como hormigón armado. Mastropietro, (2020)

2.3.2. Componentes

- **Cemento:** El Cemento Portland es un polvo muy fino, de color grisáceo, que se compone principalmente de silicatos de calcio y de aluminio, que provienen de la combinación de calizas, arcillas o pizarras, y yeso, mediante procesos especiales. El color parecido a las piedras de la

región de Portland, en Inglaterra, dio origen a su nombre. El proceso de manufactura del cemento consiste, esencialmente, en la trituración de los materiales crudos (calizas y arcillas); su mezcla en proporciones apropiadas; y su calcinación a una temperatura aproximada de 1400°C, dentro de un cilindro rotativo, lo que provoca una fusión parcial del material, conformándose bolas del producto llamadas clinker. El clinker es enfriado y luego es molido junto con el yeso hasta convertirlo en un polvo fino llamado cemento Portland. Existen diversos tipos de cemento Portland que cumplen requisitos especiales, como los cementos resistentes a los sulfatos, de alta resistencia inicial, etc. El cemento es el material conglomerante que reacciona con el agua, fragua y endurece expuesto al aire o bajo agua. Las funciones principales

- Material Aglomerante.
 - Aporte de Resistencia. Mastropietro, (2020)
-
- Agregados: de rocas. Los agregados son los áridos que surgen de la deintegración natural o de la trituración de rocas. También hay agregados artificiales. Se clasifican en agregados finos a los que tienen un diámetro hasta 4,75mm, y agregados gruesos a los de diámetro mayor de 4,75mm. Todos deben cumplir con requisitos de granulometría; es decir, debe haber una variación de diámetros para cada tipo de agregado según ciertas curvas granulométricas de máxima y de mínima que brindan las normas IRAM correspondientes. Mastropietro, (2020)
-
- Agua:
Función:
 - Reacción química con el cemento para formar productos de hidratación.
 - Lubricación de los componentes de la mezcla.
 - Provisión de espacios libres para el desarrollo de los productos de hidratación. Mastropietro, (2020)

2.3.3. *Propiedades Mecánicas*

- Resistencia a la Compresión: La resistencia del Hormigón se determina en probetas moldeadas conjuntamente con los elementos estructurales, Para poder interpretar los resultados, el ensayo de compresión debe estar normalizado. Al ser el hormigón un material heterogéneo cada ensayo arrojará resultados diferentes, para asegurar una resistencia especificada se debe calcular la resistencia característica de un hormigón que consiste en un valor tal que debe ser superado o igualado como mínimo por el 90% de las probetas ensayadas. La resistencia especificada o resistencia característica de rotura a compresión “ f_c ” es el valor de la resistencia a compresión que se adopta en el proyecto y se utiliza como base para los cálculos.

Ensayos de compresión: Se realiza en muestras cilíndricas estandarizadas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementales relativamente rápidas, que duran unos pocos minutos. Esta resistencia se la mide luego de 28 días de fraguado bajo condiciones controladas de humedad. De acuerdo al modo de trabajo será la cantidad y frecuencia de las probetas para verificar en obra la resistencia especificada. Mastropietro, (2020)

- Resistencia a la Tracción: El hormigón es un material ineficiente resistiendo cargas de tracción; comparativa- mente esta resistencia representa hasta un 10% de su capacidad a la compresión. El reglamento permite prescindir de esta resistencia. Es por ello que en el hormigón armado los esfuerzos de tracción son absorbidos por el acero de refuerzo. Mastropietro, (2020)

2.4. **Definición de términos básicos.**

- Conglomerante: El cemento es el conglomerante hidráulico (hidráulico = endurece cuando se combina con agua) que se utiliza para fabricar hormigón. La pasta de cemento (cemento mezclado con agua) fragua y endurece por

hidratación, tanto al aire como bajo el agua. Los materiales básicos principales, p.e. para el cemento Portland, son calizas, margas y arcillas, las cuales se mezclan en proporciones definidas. Esta mezcla primaria se calcina a 1.450 °C para obtener clinker, que posteriormente se muele hasta obtener una finura bien definida. (Hirschi, y otros)

- **Concreto armado:** El concreto simple, sin refuerzo, es resistente a la compresión, pero es débil en tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural. Para resistir tensiones se emplea refuerzo de acero, generalmente en forma de barras, colocado en las zonas donde se prevé que se desarrollarán tensiones bajo las acciones de servicio. El acero restringe el desarrollo de las grietas originadas por la poca resistencia a la tensión del concreto. La combinación de concreto simple con refuerzo constituye lo que se llama concreto reforzado. (Óscar & Francisco)
- **Temperaturas extremas:** La temperatura del concreto en condiciones normales es de 20° C +- 4° C, pero tal temperatura no siempre es posible. se consideran condiciones extremas de temperatura para el concreto cuando la temperatura ambiental es inferior a 5° C y superior a los 25° C, en cuyo caso se debe tener especial cuidado en la selección de materiales, dosificación, preparación, transporte, curado, control de calidad, encofrado y desencofrado del concreto.
- **Trabajabilidad:** La consistencia define el comportamiento del hormigón fresco durante el amasado, manipulación, transporte y colocación y también durante la compactación y fratasado de la superficie. La trabajabilidad es por tanto un parámetro relativo y se define fundamentalmente a través de la consistencia. (Hirschi, y otros)
- **Fraguado:** La velocidad de fraguado de un cemento esta limitada por la normativa mediante la definición de un periodo de tiempo que comienza con el amasado y en el cual debe haberse producido el comienzo y el fin del fraguado. El ensayo asociado es del aguja de Vicat, Las penetraciones que

consigue la aguja de Vicat, invención del ingeniero francés, en una probeta de pasta normal de cemento a lo largo de determinados instantes de tiempo permiten hacer un seguimiento del proceso de fraguado. López & Bañón, (2013)

- Curado: El curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de la hidratación del cemento. El curado pretende controlar el movimiento de temperatura y humedad hacia dentro y hacia fuera del concreto. Busca, también, evitar la contracción de fragua hasta que el concreto alcance una resistencia mínima que le permita soportar los esfuerzos inducidos por ésta. (Teodoro)
- Gradiente térmico: Se denomina gradiente térmico o gradiente de temperatura a la variación de temperatura por unidad de distancia. Se debe a que la fuente de calor en la atmósfera es la irradiación desde el suelo; por tanto, mientras más alejado de la fuente, más frío estará el aire. Este gradiente es alterado por variados procesos tales como calentamiento intenso del suelo, movimiento turbulento de aire, vientos fuertes, subsidencia anticiclónica o descenso violento de la temperatura del suelo.
- Exudación: Se trata de la afloración de agua a la superficie causada por la separación del hormigón. La exudación se produce a menudo como consecuencia de deficiencias en los finos, en los áridos y en unas mezclas de hormigón pobres en cemento o con excesiva cantidad de agua. (Hirschi, y otros)
- Aditivos: Los aditivos del hormigón son líquidos o polvos que se añaden al hormigón durante el mezclado en pequeñas cantidades, dependiendo normalmente del contenido de cemento. Influyen en las propiedades del hormigón fresco y/o endurecida química y/o físicamente. (Hirschi, y otros)

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.

3.1. Hipótesis.

3.1.1. *Hipótesis General.*

Al analizar la incorporación de aditivos en diferentes temperaturas ambientales se mejoran las propiedades del concreto.

3.1.2. *Hipótesis Específica.*

- a) Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media se mejora el asentamiento del concreto.
- b) Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja se mejora el asentamiento del concreto.
- c) Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta se mejora el asentamiento del concreto.
- d) Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.
- e) Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.
- f) Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

3.2. Variables.

3.2.1. *Variable Independiente (V.I.)*

Temperaturas Ambientales, Aditivos

- Indicadores
 - Aditivos y Temperatura media.
 - Aditivos y Temperatura baja.
 - Aditivos y Temperatura alta.

3.2.2. *Variable Dependiente (V.D.)*

Propiedades mecánicas del concreto

- Indicadores
 - Asentamiento del concreto con temperatura media.
 - Asentamiento del concreto con temperatura alta.

- Asentamiento del concreto con temperatura baja.
- Resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto en temperatura media.
- Resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto en temperatura alta.
- Resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto en temperatura baja.

3.3. Sistema de variables.

3.3.1. Definición conceptual y Operacional

3.3.1.1. Conceptual.

V.I.: La temperatura es una magnitud física que expresa la energía interna de un cuerpo, objeto o del medio ambiente en general, medida por un instrumento.

V.D.: Se refieren a las capacidades del concreto en estado fresco y endurecido, que se proponen a partir de tendencias de resultados experimentales, correlacionados numéricamente.

3.3.1.2. Operacional

V.I.: para la investigación se consideran temperaturas extremas para el concreto cuando la temperatura ambiental es inferior a 5°C y superior a los 25°C.

Requisitos para clima cálido y clima frío:

- Clima cálido cualquier combinación de alta temperatura ambiente, baja humedad relativa y alta velocidad del viento, que tienda a perjudicar la calidad del concreto fresco o endurecido (Norma Técnica Peruana, 2010)
- Se considera como clima frío a aquel en que, en cualquier momento del vaciado, la temperatura ambiente pueda estar por debajo de 5° C. (Norma Técnica Peruana, 2010)

V.D.: A partir de ensayos en especímenes de concreto en forma de cilindros que realizó cada investigador se dan

tendencias de los resultados experimentales que se analiza para la discusión de resultados.

3.3.2. Operacionalización de variables.

Tabla 34
Operacionalización de Variables

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Índices	Instrumentos
Propiedades del concreto	Fresco	Asentamiento del concreto	Manejabilidad Plasticidad Trabajabilidad	NTP 339.036 y ASTM C172. NTP 339.035 y ASTM C143. NTP 339.046 y ASTM C138-NTP 339.184 y ASTM C1064 ASTM C 231
	Endurecido	Resistencia del concreto	Comprensión Tracción Flexión	NPT 339.034 Y ASTM C39
Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Índices	Instrumentos
Temperaturas ambientales Aditivos	Gradiente de temperatura	Aditivos y Temperatura media	Temperaturas entre 20°C a +1°C	Tesis fuentes documentales
		Aditivos y Temperatura alta	Temp. altas: > 25°C	Tesis fuentes documentales
		Aditivos y Temperatura baja	Temp. altas: < 5°C	NTP 38 ACI 318S-05 Tesis fuentes documentales

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es documental debido a que la información es obtenida de investigadores especialistas en el tema, bibliográfica ya que la presente investigación, está basada en un marco teórico netamente técnico especializado y descriptivo porque se ha descrito todos los pasos.

En el estudio efectuado por Chavarry, Chavarría, Valencia, Pereyra, Arieta y Rengifo que lleva como título “Hormigón reforzado con vidrio molido para controlar grietas y fisuras por contracción plástica” (2020), El método empleado fue el deductivo, orientación aplicada, enfoque cuantitativo y como instrumento de recolección de datos retrolectivo, de tupo de investigación descriptivo, correlacional y explicativo.

Las investigaciones realizadas utilizan la metodología empleada por Chavarry, et. (2020) Al, dado que emplea un método deductivo, porque reconoce e identifica las variables de estudio, plantea la hipótesis correspondiente para cada uno de sus objetivos.

4.1. Método de la investigación.

El método es deductivo, debido a que se contrastara investigaciones pasadas para determinar la influencia de temperaturas extremas en las propiedades mecánicas del concreto. El enfoque es mixto ya que la investigación recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos de una serie de investigaciones para responder al planteamiento del problema. De orientación aplicada y fuente retrolectiva debido a que se recurrirá a fuentes de información existentes.

4.2. Tipo de la investigación.

El tipo de investigación será descriptiva correlacional explicativa, porque se determinará la influencia de temperaturas extremas en las propiedades mecánicas del concreto, por medio de una recolección de información sobre este tema para poder precisar.

4.3. Nivel de la investigación.

El nivel descriptivo ya que se describirán los datos y características de la población o fenómeno en estudio se verá el comportamiento de una variable dependiente en la realidad a través de teorías.

4.4. Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación es no experimental, longitudinal y de prospectivo, es experimental porque se basará fundamentalmente en el análisis de tesis experimentales, es longitudinal porque se analiza cambios a través del tiempo en la variable independiente en relación a las variables independientes, es de prospectivo porque se estudiará un fenómeno y su efecto a través del tiempo dentro de la población.

4.5. Población y Muestra

4.5.1. Población

La población de estudio es tomada en base a las diferentes normas que rigen a cada uno de los artículos investigados, como son algunas: ASTM C 94, AASHTO-M157; ASTM C490/C490M; las normas chinas GB50081-2002 y GBT50082-2009; la norma India IS 456: 2000; la norma rusa SP 63.13330.2012; que se tuvieron en consideración para la presente tesis.

4.5.2. Muestra

Se considera como muestra a los ensayos en concreto fresco de asentamiento y ensayos de concreto endurecido: compresión, tracción y flexión a edades de 28 días. Las investigaciones tienen ensayos en condiciones de temperaturas extremas del concreto con aditivos.

Se ha considerado los ensayos utilizados por cada uno de los autores, los cuales se sujetan a normas regentes en cada país donde se realizó la investigación, como son:

- Ensayo de Asentamiento
- Ensayo de Resistencia a la compresión.

Según el ACI 318.08 un ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de tres probetas de 100 mm de diámetro y 200 mm de altura, ensayados a los 28 días. Para nuestra investigación tendríamos el siguiente muestreo.

Tabla 35

Muestreo de testigos para ensayos en laboratorio

Ensayos de compresión		Temp. Bajas			Temp. Medias			Temp. Altas		
Temperatura		< 5°C			20°C +- 4°C			> 25°C		
Edad (días)		7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d
Relación agua/cemento	a/c = 0.40	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	a/c = 0.55	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	a/c = 0.70	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ensayos de tracción		7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d
Relación agua/cemento	a/c = 0.40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	a/c = 0.55	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	a/c = 0.70	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ensayos flexión		7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d
Relación agua/cemento	a/c = 0.40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	a/c = 0.55	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	a/c = 0.70	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4.5.3. Unidad de análisis.

De acuerdo a las normas:

- NTP 339.034: Muestras de ensayos normalizados para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto.
- NTP 339.084: Muestra de ensayos normalizados para tracción simple en muestras cilíndricas.
- NTP 339.078: Método estándar para resistencia a flexión del concreto.

Se determina la unidad de análisis como probetas de concreto endurecido a la edad de 28 días de las siguientes formas geométricas.

- Probeta cilíndrica de 15cm de diámetro por 30 cm de altura (NTP 339.033 y NPT 339.084).
- Probeta prismática de 15 cm x 15 cm x 45 cm (NTP 339.033).

4.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

4.6.1. Técnica de Investigación

La técnica para el estudio, son las pruebas y ensayos utilizadas por los investigadores en cada una de las investigaciones citadas en la presente tesis, ya que de esta manera se puede medir las propiedades mecánicas del concreto de las unidades de análisis en base a las normas y especificaciones.

4.6.2. Instrumento de Recolección de Datos

Los instrumentos utilizados en esta investigación son formatos de ensayos de resistencia a la compresión y ensayo de asentamiento Slump propio de las investigaciones de cada autor, utilizados para una correcta y ordenada recolección de datos y especificaciones técnicas correspondientes.

4.7. Descripción de procedimiento y análisis.

Como primer paso, empezamos con la recolección de información sobre los diferentes ensayos: ensayos de compresión y ensayos de asentamiento de cada una de las investigaciones citadas.

Después de una correcta verificación, utilizaremos los datos para un análisis estadístico con un rango de confiabilidad.

Las herramientas utilizadas para el procesamiento de datos y posterior análisis son: Microsoft Excel 2016 el cual permite una correcta representación de gráficos que muestran la relación entre las variables.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para el análisis y comparación de resultados de la presente tesis que enfoca su investigación a la influencia de la temperatura en las propiedades mecánicas del concreto en estado plástico (asentamiento) como endurecido (resistencia), se seleccionó 10 artículos de los 53 investigados, los cuales dentro de su investigación resaltan indicadores que están establecidos en la tesis.

- Parámetros

Tabla 36

Rango de consistencia del concreto según Asentamiento.

Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de vaciado	Sistema de compactación
Muy seca	0 - 20	Prefabricado de alta resistencia, revestimiento de muro pantalla	Con vibradores de formaleta, concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
Seca	20 - 35	Pavimentos.	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
Semi-seca	35 - 50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Media (plástica)	50 - 100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Semi Fluida	100 - 150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
Fluida	150 - 200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos "in situ".	Tubo embudo tremie.	Secciones bastante reforzadas sin vibración.
Super Fluida	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones bastante reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37*Relación Agua/Cemento por Resistencia*

f'c (Kg/cm2)	Relación agua/cemento en peso	
	concretos sin aire incorporado	concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

*Fuente: Comité 211 ACI***Tabla 38***Condiciones especiales de exposición*

Condiciones de exposición	relación w/c máxima, en concretos con agregados de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concretos con agregados livianos
Concreto de baja permeabilidad		
(a) Expuesto a agua dulce....	0.50	2.6
(b) Expuesto a agua de mar o aguas solubles...	0.45	
(c) Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45	
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condiciones húmedas		
(a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas...	0.45	300
(b) Otros elementos...	0.5	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salubres, neblina o rocío de estas aguas		
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15mm...	0.45	300

Fuente: Comité 211 ACI

5.1. Análisis e interpretación de resultados

a) Asentamiento en temperatura media

Tabla 39

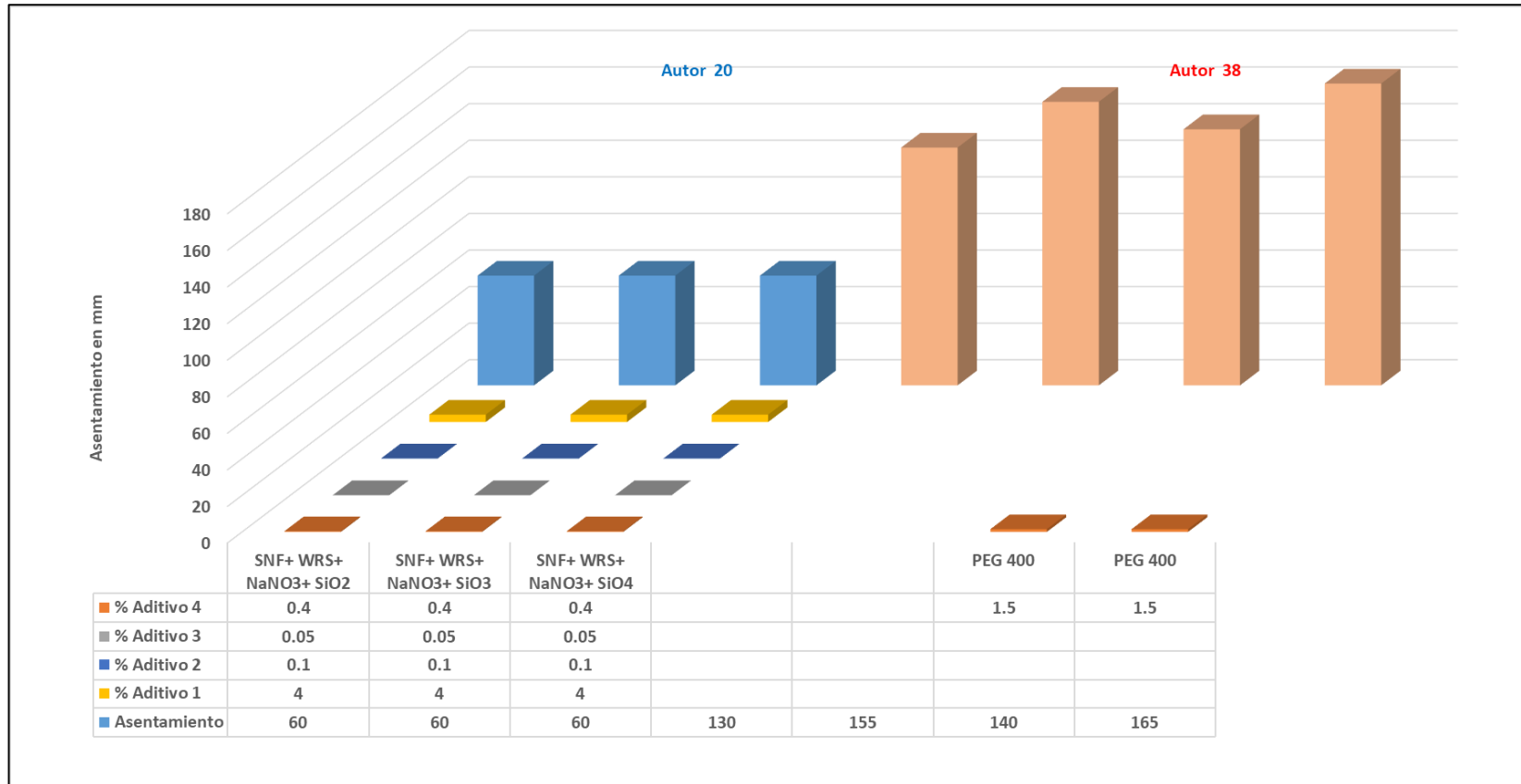
Comparación de Asentamiento de concreto con aditivos para temperatura media (20°C ±1°C).

N°	Autor	Titulo	Tipo de aditivos y adiciones	Proporción de Aditivo en %					W/C	Muestra	Slump mm
				SNF	WRS	NaNO ₃	SiO ₂	PEG 400			
20	Svintsov, Alexander P.; Shchesnyak, Evgeny L.; Galishnikova, Vera V.; Fediuk, Roman S.	Effect of nano-modified additives on properties of concrete mixtures during winter season	Sulfo-naftaleno-formaldehído el superplastificante (SNF)	0.4	0.05	4	0.1		0.65	M 1 - C	60
			Resina saponificada de madera (WSR): un aditivo incorporador de aire	0.4	0.05	4	0.1		0.56	M 2 -C	60
			Aditivo anticongelante de nitrato de sodio (NaNO ₃). Nanosilica (SiO ₂)	0.4	0.05	4	0.1		0.5	M 3- C	60
38	Rizzuto, Joseph P.; Kamal, Mounir; Elsayad, Hanaa; Bashandy, Alaa; Etman, Zeinab; Roos, Mohamed N. Aboel; Shaaban, Ibrahim G.	Effect of self-curing admixture on concrete properties in hot climate conditions	Aditivo autopolimerizable PEG 400							NC/25C/5C	130
									0.4	NC/25C/20C	155
									1.5	SC/25C/5C	140
									1.5	SC/25C/20C	165

Fuente: Elaboración Propia

Figura 25

Asentamiento de Concreto con aditivos para temperatura media (20°C +-1°C)



Fuente: Elaboración Propia

b) Asentamiento en temperatura baja

Tabla 40

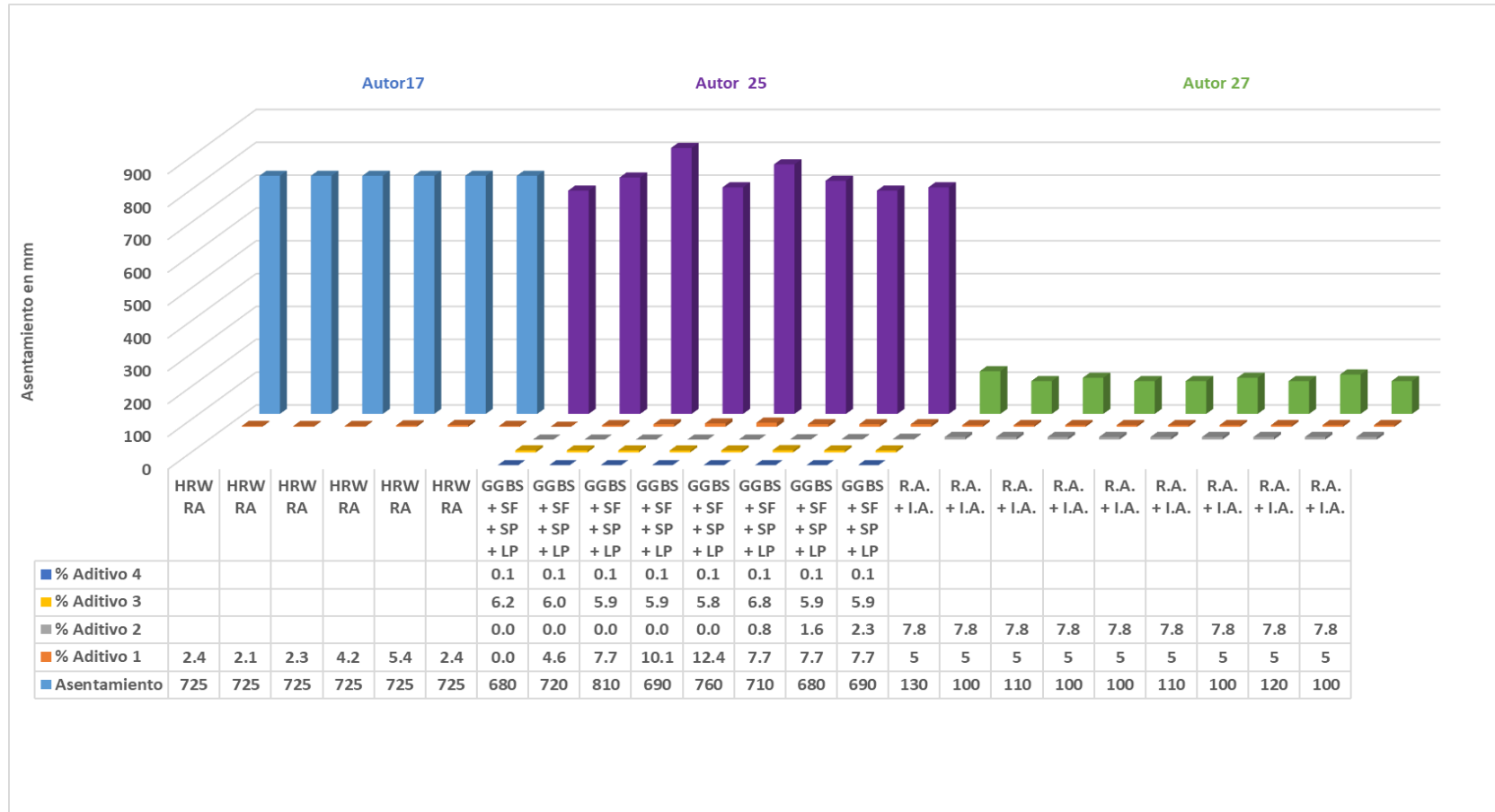
Comparación de Asentamiento de concreto con aditivos para temperatura media (-18°C a -20°C).

N°	Autor	Titulo	Tipo de aditivos y adiciones	Proporción de Aditivo en %						W/C	MUESTRA Nomenc.	Slump Flow mm		
				HRWRA	GGBS	SF	SP	LP	IA				RA	
17	Ismail, Mohamed K.; Hassan, Assem A.A.	Abrasion and impact resistance of concrete before and after exposure to freezing and thawing cycles	Reductor de agua de alto rango a base de policarboxilato (HRWRA)	2.4								SCC	725	
				2.1									SCC-30FA	725
				2.3									SCC-30SG	725
				4.2								0.4-0.8	SCC-8SF	725
				5.4									SCC-20MK	725
				2.4									SCC-20	725
25	Tavasoli, Syamak; Nili, Mahmoud; Serpoosh, Behrad	Effect of GGBS on the frost resistance of self-consolidating concrete	Escoria de alto horno granulada molida (GGBS)	0.00	0.00	0.11	6.23					SCC-Normal	680	
				4.65	0.00	0.11	6.04					SCC + 30% GGBS	720	
				7.75	0.00	0.11	5.93					SCC + 50% GGBS	810	
			El humo de sílice (SF)	10.07	0.00	0.11	5.86				0.44	SCC + 65% GGBS	690	
			El superplastificante (SP) Tipo III a base de ácido policarboxílico	12.40	0.00	0.11	5.78					SCC + 80% GGBS	760	
				7.75	0.78	0.11	6.82					SCC + 50% GGBS + 5% SF	710	
27	Liu, Kaihua; Yan, Jiachuan; Hu, Qiong; Sun, Yao; Zou, Chaoying	Effects of parent concrete and mixing method on the resistance to freezing and thawing of air-entrained recycled aggregate concrete	Polvo de cal (LP)	7.75	1.56	0.11	5.89					SCC + 50% GGBS + 10% SF	680	
				7.75	2.34	0.11	5.89					SCC + 50%GGBS + 15% SF	690	
			Incorporador de aire (alfa-olefinasulfonato)					5.0	7.8				CC-CG-N	130
			IA					5.0	7.8				RC-LC-N	100
			Reductor de agua (sulfonato de naftaleno)					5.0	7.8				RC-MC-N	110
			RA					5.0	7.8				RC-MC-E	100
								5.0	7.8			0.45	RC-MC-T	100
								5.0	7.8				RC-HC-N	110
								5.0	7.8				RC-NC-N	100
			Agregado reciclado RCA					5.0	7.8				RC-AC-N	120
					5.0	7.8				RC-NAC-N	100			

Fuente: *Elaboración Propia*

Figura 26

Asentamiento de Concreto con aditivos para temperatura media (-18°C a -20°C)



Fuente: Elaboración Propia

c) Asentamiento en temperatura alta

Tabla 41

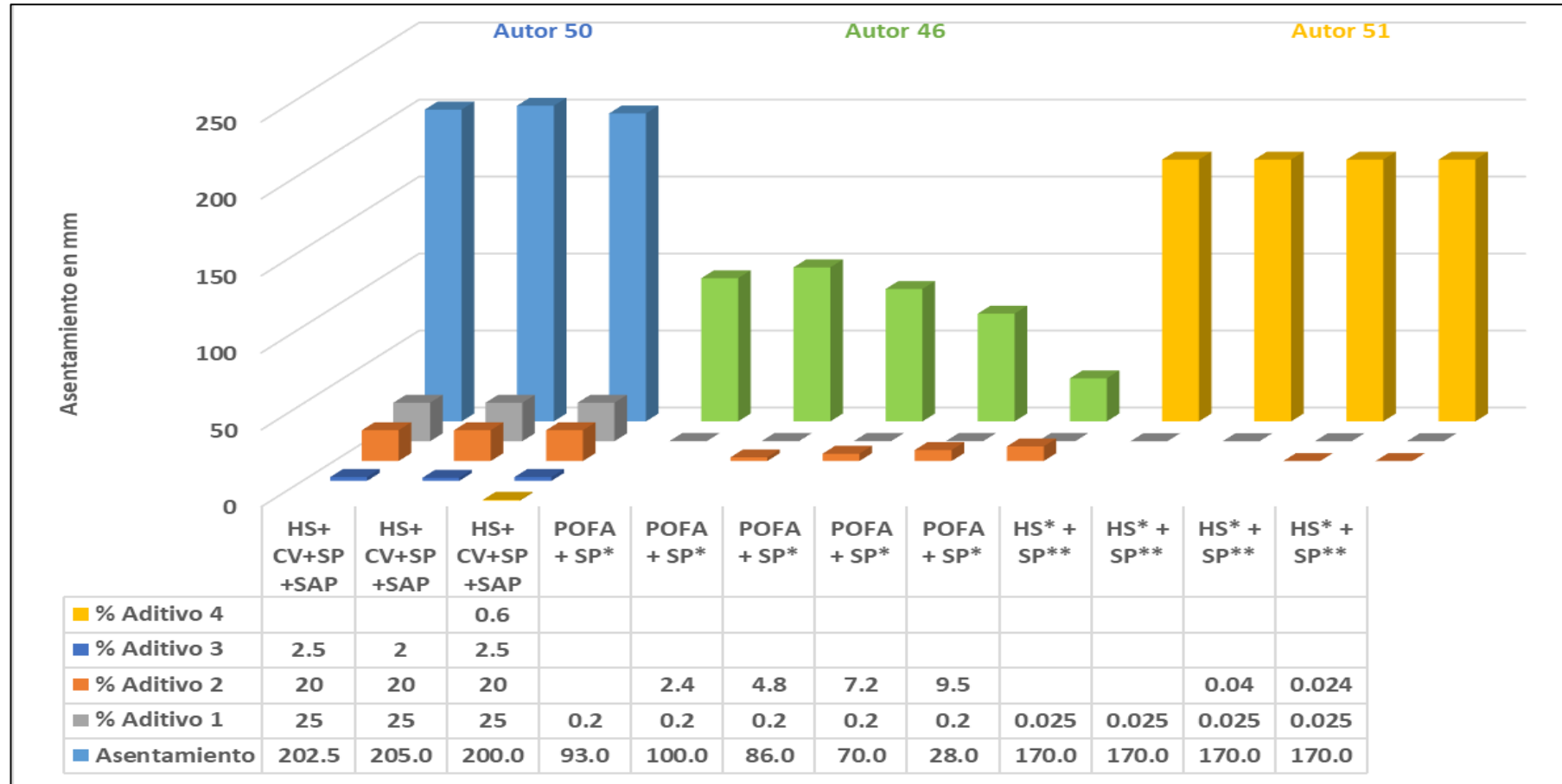
Comparación de Asentamiento de concreto con aditivos para temperatura media (20°C a 25°C).

N°	Autor	Titulo	Tipo de aditivos y adiciones	Proporción de Aditivo en %								a/c	MUESTRA Nomenc.	Slump Flow mm	
				HS	CV	SAP	SP	POFA	SP*	HS*	SP**				
50	Liu, Jianhui; Farzadnia, Nima; Shi, Caijun; Ma, Xianwei	Effects of superabsorbent polymer on shrinkage properties of ultra-high	Humo de sílice (HS) y Cenizas volantes (CV)	20	25	2.5						0.18	R0.18	202.5	
			Polímero superabsorbente (SAP)	20	25	2						0.22	R0.22	205.0	
			Superplastificante de policarboxilato (SP)	20	25	2.5	0.6					0.22	S0.22	200.0	
46	Muthusamy, Khairunisa; Mirza, Jahangir; Zamri, Nur Azzimah; Hussin, Mohd Warid; Majeed, Anwar P.P. Abdul; Kusbiantoro, Andri; Budiea, Ahmed Mokhtar Albshir	Properties of high strength palm oil clinker lightweight concrete containing palm oil fuel ash in tropical climate	Cenizas de combustible de aceite de palma (POFA)					2.4	0.2			0.45	GP0	93.0	
							4.8	0.2			0.55	GP10	100.0		
							7.2	0.2			0.65	GP20	86.0		
			Superplastificante (SP*)				9.5	0.2			0.75	GP30	70.0		
												0.75	GP40	28.0	
51	Chen, Yixin; Yao, Jie; Lu, Zeyu; Leung, Christopher K.Y.	Experimental study on the shrinkage reduction of high strength strainhardening cementitious composites	Humo de sílice (HS*)									0.025	M5 (control)	170.0	
			Superplastificante (SP**)									0.025	S8	170.0	
			Fibras de polietileno (PE)						0.04	0.025			0.2	C5	170.0
			Cemneto CSA								0.024	0.025		S4C3	170.0

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27

Asentamiento de Concreto con aditivos para temperatura media (20°C a 25°C)



Fuente: Elaboración Propia.

d) Resistencia en temperatura media

Tabla 42

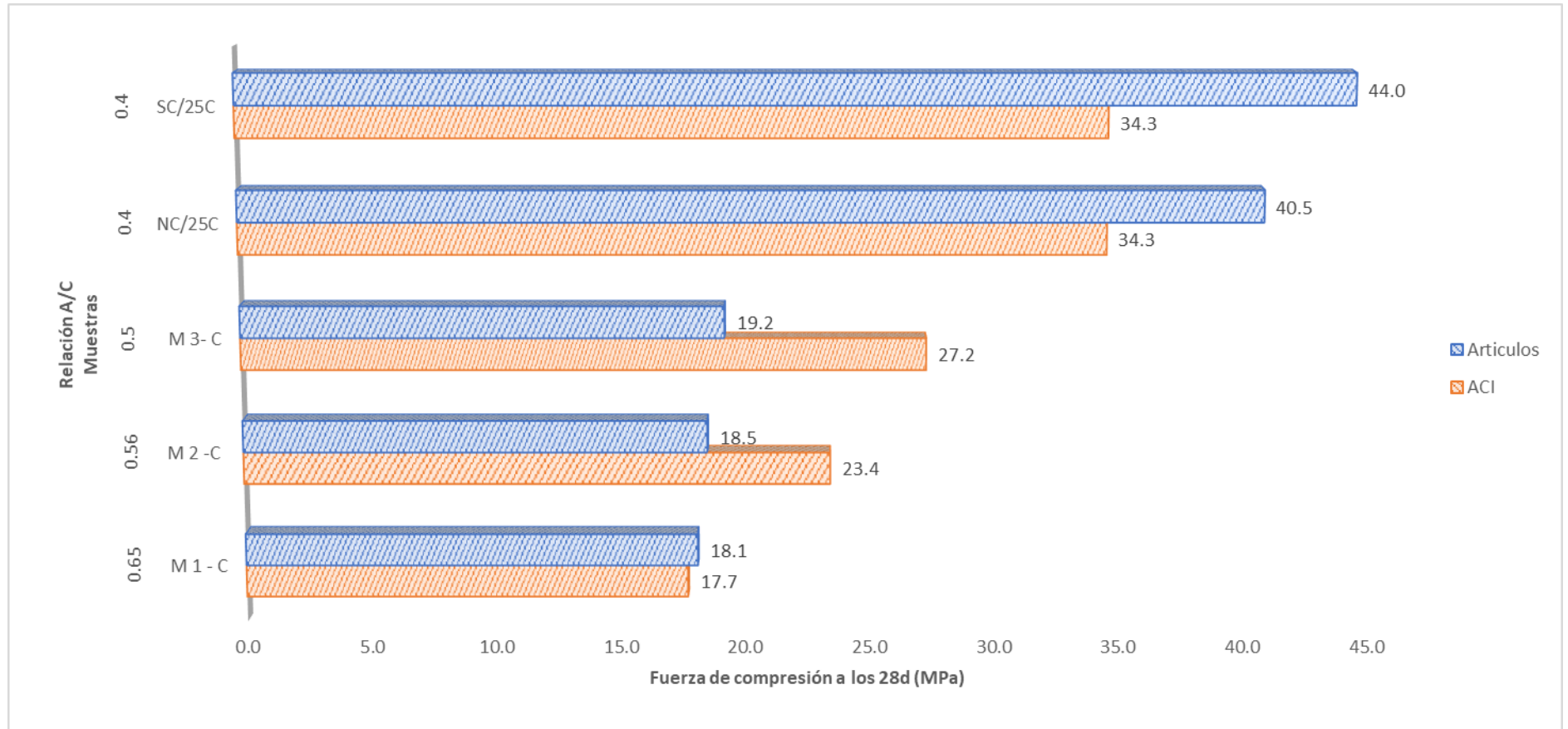
Comparación de ensayos en concreto endurecido a los 28 días en concretos con aditivos a (20°C +-1°C)

N°	Autor	Titulo	Tipo de aditivo y Adiciones	a/c	Muestra	E.C (Mpa)	E.T (Mpa)	E.f (Mpa)
					Nomenc.	28 d	28 d	28 d
20	Svintsov, Alexander P.; Shchesnyak, Evgeny L; Galishnikova, Vera V.; Fediuk, Roman S.	Effect of nano-modified additives on properties of concrete mixtures during winter season	Sulfo-naftaleno-formaldehído el superplastificante (SNF)	0.65	M 1 - C	18.1	-	-
			Resina saponificada de madera (WSR): un aditivo incorporador de aire	0.56	M 2 -C	18.5	-	-
			Aditivo anticongelante de nitrato de sodio (NaNO 3). Nanosilica	0.5	M 3- C	19.2	-	-
38	Rizzuto, Joseph P.; Kamal, Mounir; Elsayad, Hanaa; Bashandy, Alaa; Etman, Zeinab; Roos, Mohamed N. Aboel; Shaaban, Ibrahim G.	Effect of self-curing admixture on concrete properties in hot climate conditions	Aditivo autopolimerizable PEG 400	0.4	NC/25C	40.5	-	5.4
				0.4	SC/25C	44.0	10.8	5.6

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28

Comparación de Resistencia del concreto con aditivos a 28 días a (20°C +-1°C)



Fuente: Elaboración Propia

e) Resistencia en temperatura baja

Tabla 43

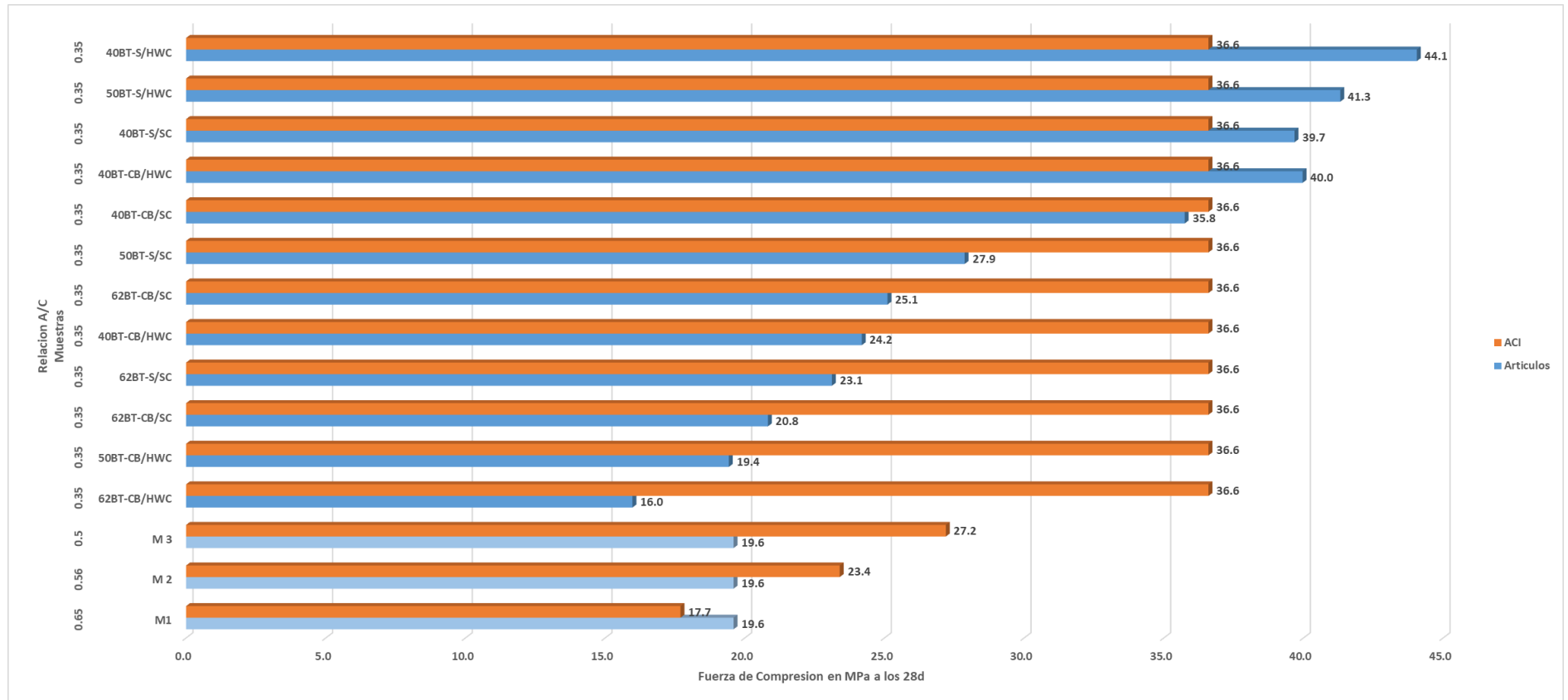
Comparación de Ensayo en concreto endurecido a los 28 días en concretos con aditivos a (-5°C±1°C)

N°	AUTOR	TITULO	TITULO	a/c	MUESTRA	E.C (Mpa)	ACI	E.T (Mpa)	E.F (Mpa)
					Nomenc.	28 d	(Mpa)	28 d	28 d
20	Svintsov, Alexander P.; Shchesnyak, Evgeny L; Galishnikova, Vera V.; Fediuk, Roman S.	Effect of nano-modified additives on properties of concrete mixtures during winter season	Sulfo-naftaleno-formaldehído el superplastificante (SNF)	0.65	M1	19.6	17.7	-	-
			Aditivo anticongelante de nitrato de sodio (NaNO 3). Nanosilica	0.56	M 2	19.6	23.4	-	-
			Resina saponificada de madera (WSR): como aditivo incorporador de aire	0.5	M 3	19.6	27.2	-	-
7	Gomathi, P.; Sivakumar, A.	Accelerated curing effects on the mechanical performance of cold bonded and sintered fly ash aggregate concrete	Super Plastificante (SP)	0.35	62BT-CB/HWC	16.0	36.6	1.8	3.3
				0.35	50BT-CB/HWC	19.4	36.6	2.1	2.26
				0.35	62BT-CB/SC	20.8	36.6	1.9	2.65
				0.35	62BT-S/SC	23.1	36.6	2.1	4.07
				0.35	40BT-CB/HWC	24.2	36.6	3.1	2.76
				0.35	62BT-CB/SC	25.1	36.6	2.2	2.94
				0.35	50BT-S/SC	27.9	36.6	2.5	4.3
				0.35	40BT-CB/SC	35.8	36.6	3.2	3.58
				0.35	40BT-CB/HWC	40.0	36.6	2	3.13
				0.35	40BT-S/SC	39.7	36.6	3.6	4.36
				0.35	50BT-S/HWC	41.3	36.6	2.4	3.31
				0.35	40BT-S/HWC	44.1	36.6	3.5	3.36

Fuente: *Elaboración Propia.*

Figura 29

Comparación de Resistencia del concreto con aditivos a 28 días a (5°C +-1°C)



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44

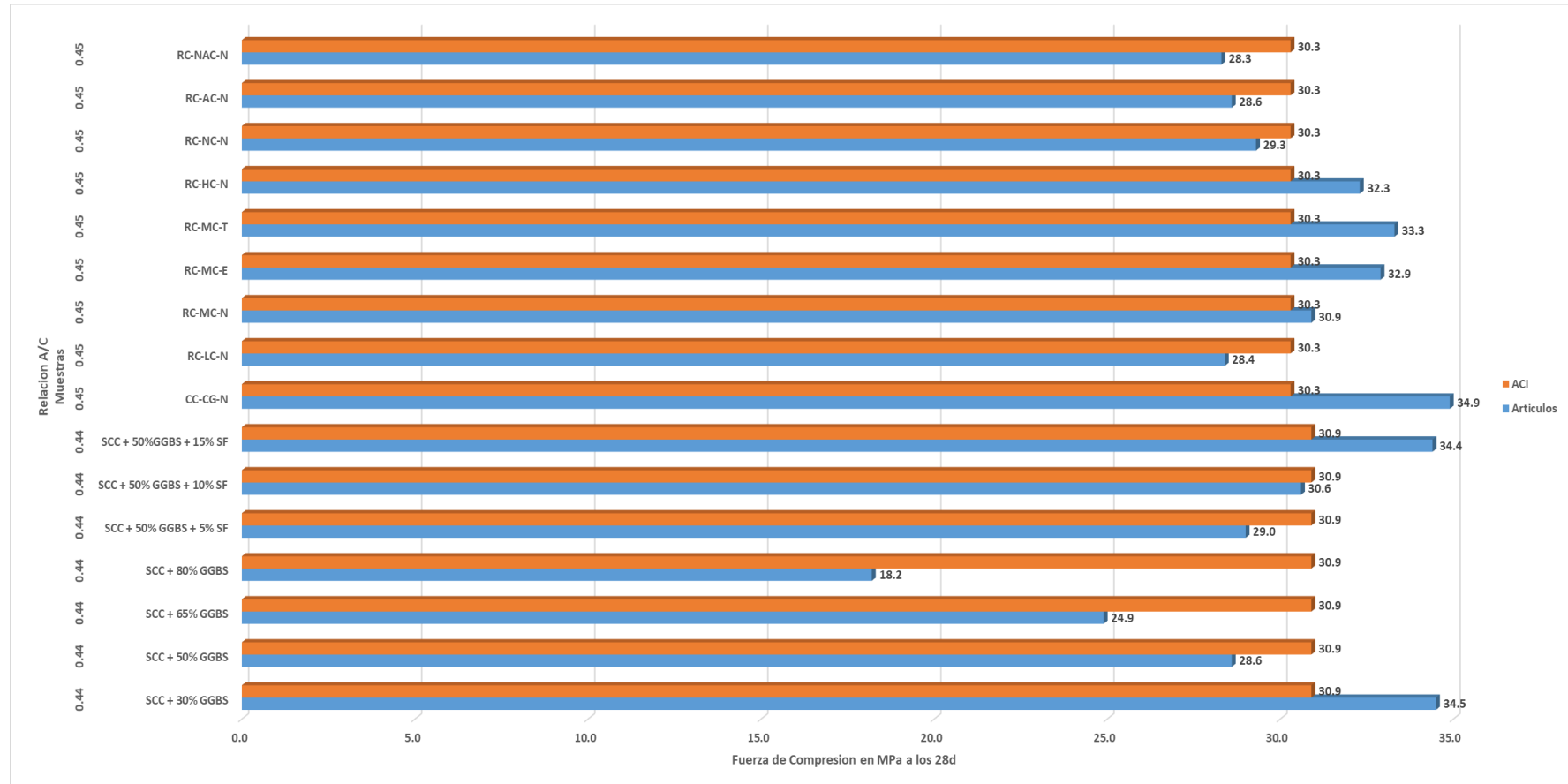
Comparación de ensayos en concreto endurecido a los 28 días en concretos con aditivos a (-18°C a -20°C)

N°	AUTOR	TITULO	TITULO	W/C	MUESTRA	E.C (Mpa)	ACI	E.T (Mpa)	E.F (Mpa)
					Nomenc.	28 d	(Mpa)	28 d	28 d
25	Tavasoli, Syamak; Nili, Mahmoud; Serpoosh, Behrad	Effect of GGBS on the frost resistance of self-consolidating concrete	Escoria de alto horno granulada molida (GGBS) de la industria de fundición de hierro de Isfahan	0.44	SCC + 30% GGBS	34.5	30.9	-	-
				0.44	SCC + 50% GGBS	28.6	30.9	-	-
			Polvo de cal (LP)	0.44	SCC + 65% GGBS	24.9	30.9	-	-
			El humo de sílice (SF) de la industria de la sílice de Azna Ferus	0.44	SCC + 80% GGBS	18.2	30.9	-	-
				0.44	SCC + 50% GGBS + 5% SF	29.0	30.9	-	-
			El superplastificante (SP) es súper plastificante Tipo III a base de ácido policarboxílico	0.44	SCC + 50% GGBS + 10% SF	30.6	30.9	-	-
27	Liu, Kaihua; Yan, Jiachuan; Hu, Qiong; Sun, Yao; Zou, Chaoying	Effects of parent concrete and mixing method on the resistance to freezing and thawing of air- entrained recycled aggregate concrete	Incorporador de aire (alfa- olefinasulfonato, permillaje para cemento).	0.45	CC-CG-N	34.9	30.3	2.56	-
				0.45	RC-LC-N	28.4	30.3	2.04	-
				0.45	RC-MC-N	30.9	30.3	2.08	-
			Reductor de agua (sulfonato de naftaleno)	0.45	RC-MC-E	32.9	30.3	2.14	-
				0.45	RC-MC-T	33.3	30.3	2.29	-
				0.45	RC-HC-N	32.3	30.3	2.79	-
				0.45	RC-NC-N	29.3	30.3	2.21	-
			Agregado reciclado RCA con partículas con diámetros de 4,75 a 26,5 mm	0.45	RC-AC-N	28.6	30.3	2.19	-
				0.45	RC-NAC-N	28.3	30.3	2.14	-

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 30

Comparación de Resistencia del concreto con aditivos a 28 días a (18°C a -20°C)



Fuente: Elaboración Propia

f) Resistencia en temperatura alta

Tabla 45

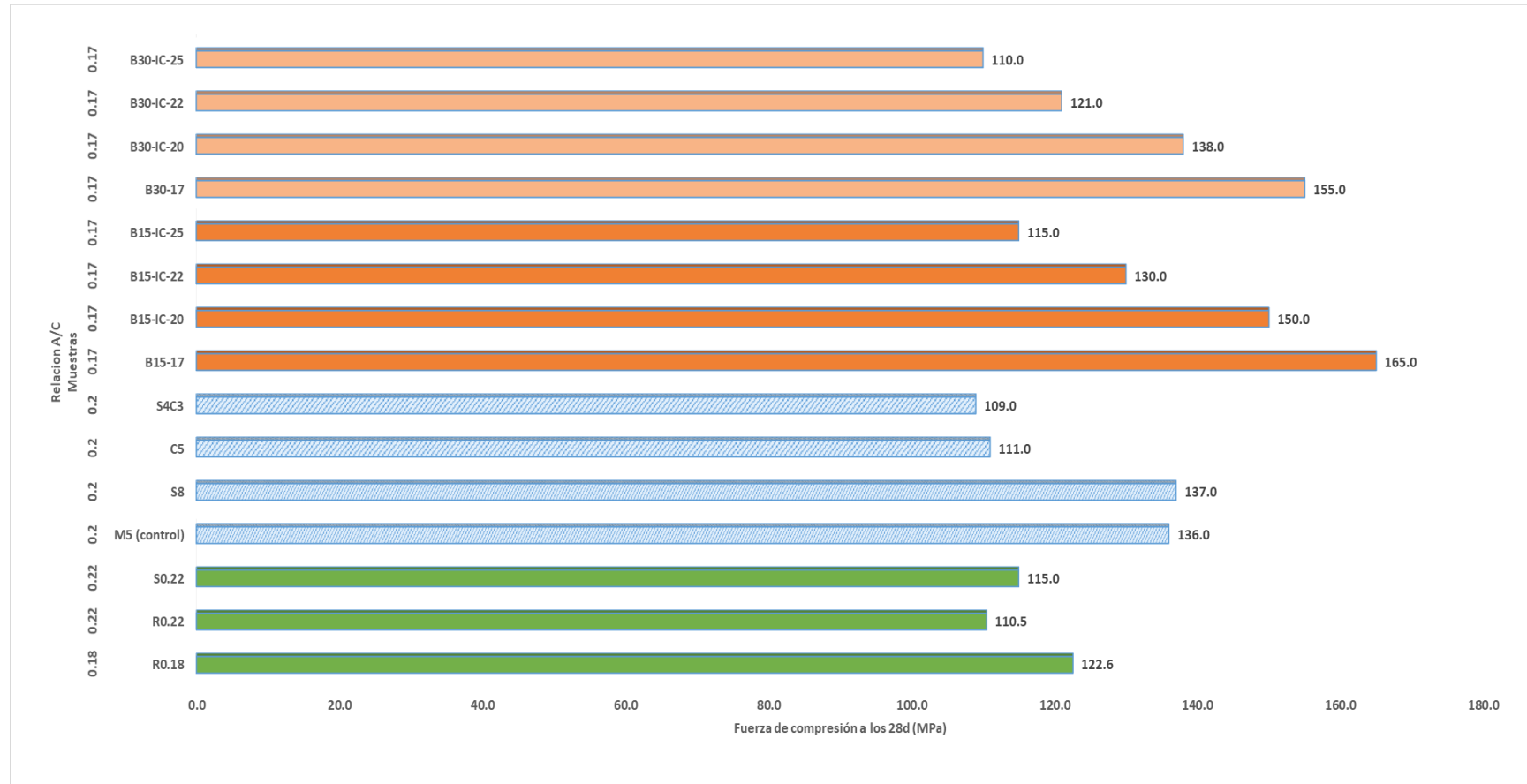
Comparación de ensayos en concreto endurecido a los 28 días en concretos con aditivos a (20°C-25°C)

N°	Autor	Titulo	Tipo de Aditivo y Adiciomes	W/C	Muestra	E.C (Mpa)	E.C (Mpa)	E.F (Mpa)
					Nomenc.	28 d	28 d	28 d
50	Liu, Jianhui; Farzadnia, Nima; Shi, Caijun; Ma, Xianwei	Effects of superabsorbent polymer on shrinkage properties of ultra-high	Humo de sílice y Cenizas volantes	0.18	R0.18	122.6	122.6	-
			Polímero superabsorbente (SAP)	0.22	R0.22	110.5	110.5	-
			Superplastificante de policarboxilato (SP)	0.22	S0.22	115.0	115.0	-
51	Chen, Yixin; Yao, Jie; Lu, Zeyu; Leung, Christopher K. Y.	Experimental study on the shrinkage reduction of high strength strain hardening cementitious composites	Humo de sílice	0.2	M5 (control)	136.0	136.0	-
			Superplastificante	0.2	S8	137.0	137.0	-
			Fibras de polietileno (PE)	0.2	C5	111.0	111.0	-
			Cemento CSA	0.2	S4C3	109.0	109.0	-
53	Jinchuan, Mo; Zhongwen, Ou; Xuxin, Zhao; Jinming, Liu; Yahui, Wang	Influence of superabsorbent polymer on shrinkage properties of reactive powder concrete blended with granulated blast furnace slag		0.17	B15-17	165.0	165.0	32.0
				0.17	B15-IC-20	150.0	150.0	23.0
			Superplastificante (SP)	0.17	B15-IC-22	130.0	130.0	20.0
				0.17	B15-IC-25	115.0	115.0	15.0
				0.17	B30-17	155.0	155.0	31.0
			(GBFS) escoria granulada de alto horno	0.17	B30-IC-20	138.0	138.0	18.0
				0.17	B30-IC-22	121.0	121.0	17.0
	0.17	B30-IC-25	110.0	110.0	14.0			

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 31

Comparación de Resistencia del concreto con aditivos a 28 días a (20°C a 25°C)



Fuente: Elaboración Propia.

5.2. Contrastación de Resultados

1. *Contrastación de la Primera hipótesis*

HIPÓTESIS 1: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media se mejora el asentamiento del concreto

Para analizar la influencia de los aditivos en el concreto a temperatura media y posteriormente verificar su asentamiento, se requieren los resultados de ensayos de otras investigaciones.

- Hipótesis auxiliar

H0: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media no se mejora el asentamiento del concreto

H1: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media si se mejora el asentamiento del concreto

- Observación:

Según el autor "Svintsov, Alexander P.; Shchesnyak, Evgeny L; Galishnikova, Vera V.; Fediuk, Roman S." en temperatura media haciendo uso de superplastificante SNF + Incorporador de aire WSR + aditivo anticongelante se logra un asentamiento promedio de 40 mm logrando una consistencia semi seca, ideal para pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas.

Según el autor "Rizzuto, Joseph P.; Kamal, Mounir; Elsayad, Hanaa; Bashandy, Alaa; Etman, Zeinab; Roos, Mohamed N. Aboel; Shaaban, Ibrahim G." en temperatura media haciendo uso de aditivo autopolimerizable PEG 400 se logra un asentamiento promedio de 150mm logrando una consistencia fluida, perfecto para elementos estructurales muy reforzados o estructuras que requieren de un sistema de colocación por bombeo.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que se demuestra según las observaciones, que el uso de aditivos mejora el asentamiento del concreto.

2. *Contrastación de la Segunda hipótesis*

HIPÓTESIS 2: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja se mejora el asentamiento del concreto.

Para analizar la influencia de los aditivos en el concreto a temperatura bajas y posteriormente verificar su asentamiento, se requieren los resultados de ensayos de otras investigaciones.

- **Hipótesis auxiliar**

H0: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja no se mejora el asentamiento del concreto.

H1: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja si se mejora el asentamiento del concreto.

- **Observación:**

Respecto a los resultados de los autores "Ismail, Mohamed K.; Hassan, Assem A.A." y "Tavasoli, Syamak; Nili, Mahmoud; Serpoosh, Behrad", se observa que este primero haciendo uso de aditivo reductor de agua de alto rango y el segundo utilizando escoria de alto horno granulada molida (GGBS) + humo de sílice + un superplastificante Tipo III + Polvo de cal (LP); ambos ensayos llegan a un asentamiento muy similar, que promedia los 720mm, por ende, se considera una mezcla de consistencia super fluida característica de un concreto autocompactante.

Respecto al resultado de los autores "Liu, Kaihua; Yan, Jiachuan; Hu, Qiong; Sun, Yao; Zou, Chaoying", se observó que empleando los aditivos Incorporador de aire (alfa-olefinasulfonato, permillaje para cemento), Reductor de agua (sulfonato de naftaleno) se logra un

asentamiento promedio de 110mm, considerándose este de consistencia húmeda y utilizada mayormente en elementos estructurales o muy reforzados.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que se demuestra según las observaciones, que el uso de aditivos en temperaturas bajas mejora el asentamiento del concreto.

3. *Contrastación de la Tercera hipótesis*

HIPÓTESIS 3: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta se mejora el asentamiento del concreto.

Para analizar la influencia de los aditivos en el concreto a temperatura altas y posteriormente verificar su asentamiento, se requieren los resultados de ensayos de otras investigaciones.

- Hipótesis auxiliar

H0: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta no se mejora el asentamiento del concreto.

H1: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta si se mejora el asentamiento del concreto.

- Observación:

Respecto a los resultados de los autores "Liu, Jianhui; Farzadnia, Nima; Shi, Caijun; Ma, Xianwei" se observa que, haciendo uso de Humo de sílice (HS) + Cenizas volantes (CV) + Polímero superabsorbente (SAP) + Superplastificante de policarboxilato (SP), en temperaturas cálidas, se obtiene asentamiento en el rango de 200 a 205mm, de manera similar los autores "Chen, Yixin; Yao, Jie; Lu, Zeyu; Leung, Christopher K.Y." haciendo uso de Humo de sílice (HS*) + superplastificante (SP**) + fibras de polietileno (PE) obtienen asentamiento en el rango de 160 a 180mm; ambos resultados corresponden a una mezcla de consistencia muy fluida característica

de un concreto autocompactante. En cambio, los autores "Muthusamy, Khairunisa; Mirza, Jahangir; Zamri, Nur Azzimah; Hussin, Mohd Warid; Majeed, Anwar P.P. Abdul; Kusbiantoro, Andri; Budiea, Ahmed Mokhtar Albshir" haciendo uso de Cenizas de combustible de aceite de palma (POFA) + Superplastificante obtiene asentamiento promedio de 80mm considerada de consistencia plástica.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que se demuestra según las observaciones, que el uso de aditivos en temperaturas altas mejora el asentamiento del concreto.

4. *Contrastación de la Cuarta hipótesis*

HIPÓTESIS 4: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

Para analizar la influencia de los aditivos en el concreto a temperatura media y posteriormente verificar su resistencia a la compresión, se requieren los resultados de ensayos de otras investigaciones.

- **Hipótesis auxiliar**

H0: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media no se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

H1: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media si se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

- **Observación:**

Los resultados obtenidos de las muestras de los autores "Rizzuto, Joseph P.; Kamal, Mounir; Elsayad, Hanaa; Bashandy, Alaa; Etman, Zeinab; Roos, Mohamed N. Aboel; Shaaban, Ibrahim G.", SC/25C y NC/25C, que utilizan Aditivo autopolimerizable PEG 400, logran un

mayor aumento de resistencia a la compresión en 28,28% y 18,08%, con respecto a los datos establecidos por el ACI en su tabla “relación agua/cemento por resistencia”; mientras los autores "Svintsov, Alexander P.; Shchesnyak, Evgeny L; Galishnikova, Vera V.; Fediuk, Roman S." tiene una reducción de resistencia de M3-C en 29,4% y en M2-C en 20,9% con respecto a los datos del ACI “relación agua/cemento por resistencia”, haciendo uso de Sulfo-naftaleno-formaldehído como superplastificante (SNF) + Resina saponificada de madera (WSR) como aditivo incorporador de aire + Aditivo anticongelante de nitrato de sodio (NaNO₃) + Nanosilica.

Se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H₁) ya que se demuestra según las observaciones, que el uso de aditivos en temperatura media mejora la resistencia a la compresión del concreto.

5. *Contrastación de la Quinta hipótesis*

HIPÓTESIS 5: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

Para analizar la influencia de los aditivos en el concreto a temperatura baja y posteriormente verificar su resistencia a la compresión, se requieren los resultados de ensayos de otras investigaciones.

- **Hipótesis auxiliar**

H₀: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja no se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

H₁: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja si se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

- Observación:

Los resultados de las muestras obtenidas de los autores " Gomathi, P.; Sivakumar, A." 40BT-S/HWC, 50BT-S/HWC, 40BT-S/SC, 40BT-CB/HWC que incorporan Sulfo-naftaleno-formaldehído como superplastificante (SNF) + Resina saponificada de madera (WSR) como aditivo incorporador de aire + Aditivo anticongelante de nitrato de sodio (NaNO_3) + Nanosilica, logran incremento de resistencia en 20,49%, 12,84%, 8,47%, 9,29%, con respecto a los datos establecidos por el ACI en su tabla "relación agua/cemento por resistencia"; mientras los autores " Svintsov, Alexander P.; Shchesnyak, Evgeny L; Galishnikova, Vera V.; Fediuk, Roman S." solo aumento de resistencia en 10,73% respecto a los datos establecidos por el ACI en la muestra M1 con la incorporación de Agregado de ceniza volante-bentonita + Super Plastificante (SP), ambos casos para temperatura de -5°C ,

Los autores " Tavasoli, Syamak; Nili, Mahmoud; Serpoosh, Behrad" obtienen en sus muestras: SCC+50%GGBS+15%SF y SCC+30%GGBS+10%SF incremento resistencia en 11,33% y 11,65% respectivamente con la incorporación de escoria de alto horno granulada molida (GGBS) + polvo de cal (LP) + el humo de sílice (SF) + El superplastificante (SP), con respecto a los datos establecidos por el ACI en su tabla "relación agua/cemento por resistencia"; mientras los autores " Liu, Kaihua; Yan, Jiachuan; Hu, Qiong; Sun, Yao; Zou, Chaoying" en sus muestras CC-CG-N, RC-MC-N, RC-MC-E, RC-MC-T y RC-HC-N se logran aumento de resistencia en 15,18%, 1,98%, 8,58%, 9,9% y 6,6% respectivamente con la incorporación de reductor de agua (sulfonato de naftaleno) + Incorporador de aire (alfa-olefinasulfonato); ambos casos para temperatura de -17°C a -20°C

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) ya que se demuestra según las observaciones, que el uso de aditivos en temperatura baja mejora la resistencia a la compresión del concreto.

6. *Contrastación de la Sexta hipótesis*

HIPÓTESIS 6: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

Para analizar la influencia de los aditivos en el concreto a temperatura altas y posteriormente verificar su resistencia a la compresión, se requieren los resultados de ensayos de otras investigaciones.

- Hipótesis auxiliar

H0: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta no se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

H1: Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta si se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.

- Observación:

Según los resultados del autor " Jinchuan, Mo; Zhongwen, Ou; Xuxin, Zhao; Jinming, Liu; Yahui, Wang" al usar Superplastificante (SP) + escoria granulada de alto horno (GBFS), en temperaturas altas se mejora en gran la resistencia del concreto con respecto a los otros aditivos utilizados.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que se demuestra según las observaciones, que el uso de aditivos en temperatura alta mejora la resistencia a la compresión del concreto.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN

Con la obtención de los artículos relacionados con el tema de investigación de la presente tesis, se analizan cada uno de ellos y se seleccionaron los 10 artículos que quedaron por sobre los demás artículos (53 artículos). En un primer grupo se presentan los artículos relacionados a la temperatura media, un segundo grupo relacionado a la temperatura baja y un tercer grupo relacionado a la temperatura alta, todos los grupos analizarán su influencia en las propiedades mecánicas del concreto con aditivos.

6.1. Discusión.

1. Según los resultados de asentamiento de los artículos que tienen como autores a “Jae-Suk Ryou, Yong-Soo Lee” y “Zhichao Liu, Will Hansen” se pudo contrastar la ya aceptada la hipótesis 1, la cual menciona que los aditivos mejoran el asentamiento del concreto en temperatura media y que los diseños con relación agua cemento de 0.45 y 0.50 dan como resultado un asentamiento de 100 a 135mm. Por lo tanto, se puede indicar que son aceptables. Sin embargo, los resultados responden a un diseño de consistencia para una determinada estructura tal como lo indica la **Tabla 36**.
2. Según los resultados de asentamiento de los artículos que tienen como autores a “Kyung-Taek, Koh; Chun-Jin, Park; Gum-Sung, Ryu; Jung-Jun, Park; Do-Gyeum, Kim; Jang-Hwa, Lee” y “Wang, Dezhi; Zhou, Xiangming; Meng, Yunfang; Chen, Zhwn” reportan mejoras en el asentamiento de sus muestras en temperaturas bajas y/o condiciones ambientales frías, con el uso de aditivos, aceptando la hipótesis 2, sin embargo, difieren en la relación a/c utilizado por los autores de la **Tabla 40**, esto se da por diferentes motivos, uno de más comunes es el fin para el cual es diseñado el concreto, es decir, los resultados responden a un diseño de consistencia para una determinada estructura tal como lo indica la **Tabla 36**.

3. Según los resultados de asentamiento de los artículos que tienen como autores a “Mi, Zhengxiang; Li, Qingbin; Hu, Yu; Liu, Chunfeng; Qiao, Yu” y “Ait-Aider, H.; Hannachi, N.E.; Mouret, M.” reportan mejoras en el asentamiento de sus muestras en temperaturas altas y/o condiciones ambientales cálidas, con el uso de aditivos, aceptando la hipótesis 3, a su vez coinciden en rango de relación a/c de 0,45 a 0,70 que figura en la **Tabla 40**.
4. Según los resultados de resistencia de los artículos que tienen como autores a “Sang, Yuan; Yang, Yingzi” y “Xiaopeng, Hu; Gang, Peng; Ditao, Niu; Nan, Zhao” reportan mejoras en la resistencia a la compresión de sus muestras en temperaturas medias y/o condiciones ambientales normales, con el uso de aditivos, aceptando la hipótesis 4, de igual manera coinciden en rango de relación a/c utilizada la cual va de 0,40 a 0,65 tal como figura en la **Tabla 40**.
5. Según los resultados de resistencia de los artículos que tienen como autores a “Polat, Rıza” y “Cullu, Mustafa; Arslan, Metin” reportan mejoras en la resistencia a la compresión de sus muestras en temperaturas bajas y/o condiciones ambientales frías, con el uso de aditivos, aceptando la hipótesis 5, de igual manera coinciden en rango de relación a/c utilizada la cual va de 0,40 a 0,50 tal como figura en la **Tabla 40**.
6. Según los resultados de resistencia de los artículos que tienen como autores a “Hun Park, Seung; Sung Ryu, Gum; Taek Koh, Kyung; Joo Kim, Dong” y “Shen, Dejian; Jiang, Jinliang; Shen, Jiaxin; Yao, Panpan; Jiang, Guoqing” reportan mejoras en la resistencia a la compresión de sus muestras en temperaturas altas y/o condiciones ambientales calidas, con el uso de aditivos, aceptando la hipótesis 6, de igual manera coinciden en rango de relación a/c utilizada la cual va de 0,17 a 0,30 tal como figura en la **Tabla 40**.

CONCLUSIONES.

1. Para esta investigación, se concluye que en la mayoría el uso de aditivos super plastificantes incrementan las propiedades mecánicas del concreto y su asentamiento, en diferentes condiciones climáticas
2. Como se muestra en la **Tabla 39** y **Figura 25**, el uso de aditivo autopolimerizable PEG 400, en una dosificación de 1,5% y una relación a/c 0,40, logra asentamientos en el rango de 130 a 165mm. dando consistencia semi fluida ideal para elementos estructurales esbeltos o muy reforzados, tal como indica la **Tabla 36**. Siendo este aditivo el más recomendable para su uso en temperatura media y/o condiciones ambientales normales.
3. Como se muestra en la **Tabla 40** y **Figura 26**, el uso de aditivo escoria de alto horno granulada molida (GGBS) + humo de sílice (SF) + super plastificante Tipo III (SP) + Polvo de cal (LP), en una dosificación de 7,75%, 2,34%, 0,11%, 5,89% y una relación a/c 0,44, logrando asentamiento de 690mm. dando consistencia super fluida ideal para elementos estructurales muy esbeltos, tal como indica la **Tabla 36**. Siendo estos los aditivos más recomendables para su uso en temperatura baja y/o condiciones ambientales frías.
4. Como se muestra en la **Tabla 41** y **Figura 27**, el uso de aditivo cenizas de combustible de aceite de palma (POFA) + super plastificante (SP*), en una dosificación de 2,4%, 0,2% y una relación a/c 0,50, logrando asentamiento de 100mm. dando consistencia plástica ideal para elementos estructurales como pavimentos, losas, vigas y columnas, tal como indica la **Tabla 36**. Siendo estos los aditivos más recomendables para su uso en temperatura alta y/o condiciones ambientales cálidas.
5. Como se muestra en la **Tabla 42** y **Figura 28**, el uso de aditivo autopolimerizable PEG 400, en una dosificación de 1,5% y relación a/c de 0,40, se obtiene la resistencia a la compresión más alta siendo esta 44,0

MPa, además, muestra resistencia a tracción de 10,8 MPa y resistencia a la flexión 5,6 MPa. a la edad de 28 días, superando en 28,28% al valor establecido por el ACI en la **Tabla 37** para la relación a/c en mención. Siendo este el aditivo más recomendable que garantiza las resistencias finales del concreto, en temperatura media y/o condiciones ambientales normales.

6. Como se muestra en la **Tabla 43** y **Figura 29**, el uso de aditivo super plastificante (SP) + Agregado de ceniza volante-bentonita, en una dosificación de 1,5% y 40,0% respectivamente, con relación a/c de 0,35, se obtiene la resistencia a la compresión más alta siendo esta 44,1 MPa. además, muestra resistencia a tracción de 3,5 MPa y resistencia a la flexión 3,36 MPa. a la edad de 28 días, superando en 20,49% al valor establecido por el ACI en la **Tabla 37** para la relación a/c en mención. Siendo este el aditivo más recomendable que garantiza las resistencias finales del concreto, en temperatura de -5°C, considerada baja y/o condiciones ambientales frías.

Además, se muestra en la **Tabla 44** y **Figura 30**, el uso de aditivo Incorporador de aire (alfa-olefinasulfonato) + reductor de agua (sulfonato de naftaleno), en una dosificación de 5,0% y 7,8% respectivamente, con relación a/c de 0,45, se obtiene la resistencia a la compresión más alta siendo esta 34,9 MPa. además, muestra resistencia a tracción de 2,56 MPa. a la edad de 28 días, superando en 15,18% al valor establecido por el ACI en la **Tabla 37** para la relación a/c en mención. Siendo este el aditivo más recomendable que garantiza las resistencias finales del concreto, en temperatura de -18°C, considerada muy baja y/o condiciones ambientales muy frías.

7. Como se muestra en la **Tabla 45** y **Figura 31**, el uso de aditivo super plastificante (SP) + escoria granulada de alto horno (GBFS), en una dosificación de 2,4% y 12,0% respectivamente, con relación a/c de 0,17, se obtiene la resistencia a la compresión más alta siendo esta 165,0 MPa. además, resistencia a la flexión 32,0 MPa. a la edad de 28 días, Siendo este

el aditivo más recomendable que garantiza las resistencias finales del concreto, en temperatura mayores a 25°C, considerada alta y/o condiciones ambientales cálidas.

RECOMENDACIONES.

1. Para temperatura media, se recomienda tener en cuenta el sistema de colocación o vaciado del concreto, ya que dependiendo si es un sistema de colocación por lanzado o un sistema de colocación por bombeo, el asentamiento deberá ser diferente en cada caso y de igual manera las dosificaciones de los aditivos también serán distintos.
2. En temperatura bajas y/o condiciones ambientales frías, se recomienda tener relaciones a/c no mayor a 0,48 con incorporación de aditivos, para obtener asentamientos adecuados, ya que exceder estas recomendaciones ocasionan problemas en el concreto como, por ejemplo: cristalización del agua, demoras en el fraguado, etc.
3. Para temperatura alta y/o condiciones ambientales cálidas, se recomienda tener una relación a/c mayor a 0,65, con incorporación de aditivos, para obtener asentamientos de consistencia fluida, ya que valores menores a los recomendados ocasionan problemas en el concreto como, por ejemplo: rápida evaporación, cangrejas, pérdida de aire incorporado, etc.
4. En temperatura media se recomienda no exceder la dosis de 1,5% del aditivo autopolimerizable PEG 400, puesto que exceder la dosis, no aumenta en gran medida la resistencia del concreto a edades tempranas, por ende, no genera costo-beneficio.
5. Para temperatura baja se recomienda no exceder la dosis de 1,5% aditivo super plastificante, por la dosificación dosis óptima según lo investigado; en el Perú podemos encontrar el superplastificante en presentaciones como: Sikament, Sika Viscocrete, SikaPlast.
6. Para temperatura altas se recomienda usar el aditivo superplastificante para asegurar resistencias a edades tempranas + aditivo retardante debido a que

el concreto estará expuesto a condiciones ambientales cálidas que aceleran el proceso de fraguado.

Se recomienda a futuras investigaciones ligadas al tema de fondo de la presente tesis, orientar su investigación a un desarrollo más tecnológico, con respecto a los nuevos aditivos en uso para concretos expuestos a diferentes condiciones climáticas, de tal manera que permitan la actualización y capacitación del entorno ligado a la industria de la construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinaga, S. G. (2019). *Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto*.
Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/3343>
- Ait-Aider, H., Hannachi, N., & Mouret, M. (2013). Importance of W/C ratio on compressive strength of concrete in hot climate conditions. *Building and Environment*.
- Al-Negheimish, A. I., & Alhozaimy, A. M. (2013). Impact of Extremely Hot Weather and Mixing Method on Changes in Properties of Ready Mixed Concrete during Delivery. *ACI MATERIALS JOURNAL* 2013.
- Al-Nuaimi, N., Irshidat, M. R., & Salim, S. (2019). Effect of initial and final curing on performance of concrete in hot and arid climates. *Structural Concrete*.
- Arquitectura Pura. (2020). *Arquitectura Pura*. Obtenido de <https://www.arquitecturapura.com/la-historia-del-concreto/>
- Bella, N., Bella, I. A., & Asroun, A. (2017). A review of hot climate concreting, and the appropriate procedures for ordinary jobsites in developing countries. *MATEC Web of Conferences*.
- Castro, M. D. (2019). *Univesidad Señor de Sipán*. Obtenido de [http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/6091/Castro%20Monto ya%20Diana%20Vanessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/6091/Castro%20Monto%20ya%20Diana%20Vanessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chauca, R. D., & Cruz, C. M. (2014). *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA*.
Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2703/42977.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chavarry, V. C., Chavarría, R. L., Valencia, G. A., Pereyra, S. E., Arieta, P. J., & Rengifo, S. C. (2020). Hormigón reforzado con vidrio molido para controlar grietas y fisuras por contracción plástica. *Pro Sciences*, 31-41.

- Chen, Y., Yao, J., Lu, Z., & Leung, C. K. (2019). Experimental study on the shrinkage reduction of high strength strainhardening cementitious composites. *Cement and Concrete Composites*.
- Çınar, E., Uygunođlu, T., Baris, S., & Topçu, I. B. (2020). Effect of carbon black on electrical curing of fresh concrete for cold regions. *Construction and Building Materials*.
- Cruzado, D. I., & Rivera, C. B. (2019). *Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13159>
- Cullu, M., & Arslan, M. (2013). The effects of antifreeze use on physical and mechanical properties of concrete produced in cold weather. *Composites: Part B*.
- Cullu, M., & Arslan, M. (2014). The effects of chemical attacks on physical and mechanical properties of concrete produced under cold weather conditions. *Construction and Building Materials*.
- Daman, K. P., & Ge-HungYee, C. (2017). Implications of coupled degradation mechanisms of cement based materials exposed to cold climates. *International Journal of Mechanical Sciences*.
- Eskandarsefat, S. (2018). Investigation on the effects of mix water temperature on High-Early strength cement concrete properties – An experimental work and a case study. *Journal of Building Engineering*.
- Fatma, K., Demirbođa, R., Kaygusuz, M. A., Yadollahi, M. M., & Polat, R. (2013). The influence of calcium nitrate as antifreeze admixture on the compressive strength of concrete exposed to low temperatures. *Cold Regions Science and Technology*.
- García, T. C. (2011). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de http://oa.upm.es/10375/1/TESIS_MASTER_MARIA_CRISTINA_GARCIA_TOLEDANO.pdf

- Ge, X., Ge, Y., Qinfei, L., Cai, X., Yang, W., & Du, Y. (2018). Effect of low air pressure on the durability of concrete. *Construction and Building Materials*.
- Gomathi, P., & Sivakumar, A. (2015). Accelerated curing effects on the mechanical performance of cold bonded and sintered fly ash aggregate concrete. *Construction and Building Materials*.
- Gonzales, A. P. (2018). *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13159>
- Ham, S., & Oh, T. (2013). Effect of Mixing and Placing in Hot Weather on Hardened Concrete Properties. *International Journal of Concrete Structures and Materials*.
- Hirschi, T., Knauber, H., Lanz, M., Schlumpf, J., Schrabback, J., Spirig, C., & Waeber, U. (s.f.). *Sika Manual del hormigón*. Sika.
- Hun Park, S., Sung Ryu, G., Taek Koh, K., & Joo Kim, D. (2014). Effect of shrinkage reducing agent on pullout resistance of high-strength steel fibers embedded in ultra-high-performance concrete. *Cement & Concrete Composites* .
- Ismail, M. K., & Hassan, A. A. (2019). Abrasion and impact resistance of concrete before and after exposure to freezing and thawing cycles. *Construction and Building Materials*.
- Jinchuan, M., Zhongwen, O., Xuxin, Z., Jinming, L., & Yahui, W. (2017). Influence of superabsorbent polymer on shrinkage properties of reactive powder concrete blended with granulated blast furnace slag. *Construction and Building Materials* .
- Kiachehr Behfarnia, F. S. (2018). The effects of nano particles on freeze and thaw resistance of alkali-activated slag concrete. *Construction and Building Materials* .

- Kriker, A., Debicki, G., Bali, A., Khenfer, M., & Chabannet, M. (2015). Mechanical properties of date palm fibres and concrete reinforced with date palm fibres in hot-dry climate. *Cement & Concrete Composites* 27.
- Kyung-Taek, K., Chun-Jin, P., Gum-Sung, R., Jung-Jun, P., Do-Gyeum, K., & JaNG-HWA, L. (2013). An Experimental Investigation On Minimum Compressive Strength Of Early Age Concrete To Prevent Frost Damage For Nuclear Power Plant Structures In Cold Climates. *Nuclear Engineering And Technology*.
- Liu, J., Farzadnia, N., Shi, C., & Ma, X. (2019). Effects of superabsorbent polymer on shrinkage properties of ultra-high strength concrete under drying condition. *Construction and Building Materials*.
- Liu, K., Yan, J., Hu, Q., Sun, Y., & Zou, C. (2015). Effects of parent concrete and mixing method on the resistance to freezing and thawing of air-entrained recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials*.
- Liu, Z., & Hansen, W. (2015). Freeze thaw durability of high strength concrete under deicer salt exposure. *Construction and Building Materials*.
- López, J. J., & Bañón, B. L. (2013). *Apuntes de Hormigón Armado*.
- Mastropietro, M. (2020). *El Hormigón para Arquitectos*. Ediciones de la U.
- Mi, Z., Li, Q., Hu, Y., Liu, C., & Qiao, Y. (2020). Fracture Properties of Concrete in Dry Environments with Different Curing Temperatures. *MDPI* 2020.
- Mi, Z., Li, Q., Hu, Y., Liu, C., & Qiao, Y. (2020). Fracture Properties of Concrete in Dry Environments with Different Curing Temperatures. *MDPI* 2020.
- Michael, B., Jeremiah, J., & KateMcDevitt. (2017). Effect of cold temperatures on the behavior and ultimate capacity of GFRP-reinforced concrete beams. *Cold Regions Science and Technology*.

- Muthusamy, K., Mirza, J., Zamri, N. A., Hussin, M. W., Majeed, A. P., Kusbiantoro, A., & Budiea, A. M. (2019). Properties of high strength palm oil clinker lightweight concrete containing palm oil fuel ash in tropical climate. *Construction and Building Materials*.
- Nabil, B., Ilham, A. B., & Aissa, A. (2017). A review of hot climate concreting, and the appropriate procedures for ordinary jobsites in developing countries. *MATEC Web of Conferences* .
- Nassif, A. Y., & Petrou, M. F. (2013). Influence of cold weather during casting and curing on the stiffness and strength of concrete. *Construction and Building Materials* .
- Norma Técnica Peruana. (2010). *Norma E.060*. Obtenido de [http://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/54%20E.060%20CONCRETO%20ARMADO%20DS%20N%C2%B0%20010-2009%20\(1\).pdf](http://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/54%20E.060%20CONCRETO%20ARMADO%20DS%20N%C2%B0%20010-2009%20(1).pdf)
- Oluwatobi, G. A., Jamaludin, M. Y., Mariyana, A. A., & Khairuzan, Y. (2020). A review of properties of bio-fibrous concrete exposed to elevated temperatures. *Construction and Building Materials*.
- Ortiz, J., Aguado, A., Agullo, L., & Garcia, T. (2005). Influence of environmental temperatures on the concrete compressive strength: Simulation of hot and cold weather conditions. *Cement and Concrete Research*.
- Óscar, M. G., & Francisco, R. F. (2010). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*.
- Pilehvar, S., Szczotok, A. M., Rodríguez, J. F., Valentini, L., Lanzón, M., Pamies, R., & Kjøniksen, A.-L. (2018). Effect of freeze-thaw cycles on the mechanical behavior of geopolymer concrete and Portland cement concrete containing micro-encapsulated phase change materials. *Construction and Building Materials*.
- Pliya, P., Alabama, B., & Noumowé, A. (2010). Contribución del cóctel de fibras de polipropileno y acero en la mejora del comportamiento del hormigón

de alta resistencia sometido a altas temperaturas. *Materiales de construcción y construcción*.

Polat, R. (2016). The effect of antifreeze additives on fresh concrete subjected to freezing and thawing cycles. *Cold Regions Science and Technology*.

Rizzuto, J. P., Kamal, M., Elsayad, H., Bashandy, A., Etman, Z., Roos, M. N., & Shaaban, I. G. (2020). Effect of self-curing admixture on concrete properties in hot climate Conditions. *Construction and Building Materials*.

Rojas, C. D. (2019). *Universidad Nacional de Jaen*. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/115>

Rojas, S. L. (2019). *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion*. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1475/1/T026_46935741_T.pdf

Rosenqvist, M., Pham, L.-W., Terzic, A., Fridh, K., & Hassanzadeh, M. (2017). Effects of interactions between leaching, frost action and abrasion on the surface deterioration of concrete. *Construction and Building Materials*.

Ryou, J.-S., & Lee, Y.-S. (2013). Use of tableting & coating accelerator for the prevention of early-frost of concrete in cold weather. *Cold Regions Science and Technology*.

Sang, Y., & Yang, Y. (2019). Assessing the freezing process of early age concrete by resistivity method. *Construction and Building Materials*.

Shen, D., Jiang, J., Shen, J., Yao, P., & Jiang, G. (2016). Influence of curing temperature on autogenous shrinkage and cracking resistance of high-performance concrete at an early age. *Construction and Building Materials*.

Shon, C.-S., Lee, D., Kim, J.-H., & Chung, C.-W. (2018). Freezing and thawing resistance of cellular concrete containing binary and ternary cementitious mixtures. *Construction and Building Materials*.

- Stanish, K., Alexander, M., & Kellerman, J. (2013). The effect of elevated initial temperatures on durability index values of plain and corex slag concretes. *Materials and Structures*.
- Svintsov, A. P., Shchesnyak, E. L., Galishnikova, V. V., & Fediuk, R. S. (2020). Effect of nano-modified additives on properties of concrete mixtures during winter season. *Construction and Building Materials*.
- Taheri, B. M., Ramezani-pour, A. M., Sabokpa, S., & Gapele, M. (2020). Experimental evaluation of freeze-thaw durability of pervious concrete. *Journal of Building Engineering*.
- Tang, Y., Su, H., Huang, S., Qu, C., & Yang, J. (2017). Effect of Curing Temperature on the Durability of Concrete under Highly Geothermal Environment. *Hindawi*.
- Tavasoli, S., Nili, M., & Serpoosh, B. (2018). Effect of GGBS on the frost resistance of self-consolidating concrete. *Construction and Building Materials*.
- Teodoro, E. H. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*.
- Tioua, T., Kriker, A., Barluenga, G., & Palomar, I. (2017). Influence of date palm fiber and shrinkage reducing admixture on self-compacting concrete performance at early age in hot-dry environment. *Construction and Building Materials*.
- Vancura, M., MacDonald, K., & Khazanovich, L. (2011). Microscopic analysis of paste and aggregate distresses in pervious concrete in a wet, hard freeze climate. *Cement & Concrete Composites*.
- Vu, Q. H., Pham, G., Chonier, A., Brouard, E., Rathnarajan, S., Pillai, R., . . . Sarnot, A. (2019). Impact of different climates on the resistance of concrete to natural Carbonation. *Construction and Building Materials*.
- Wang, D., Zhou, X., Meng, Y., & Chen, Z. (2017). Durability of concrete containing fly ash and silica fume against combined freezing-thawing and sulfate attack. *Construction and Building Materials*.

- Xiaopeng, H., Gang, P., Ditao, N., & Nan, Z. (2019). Damage study on service performance of early-age frozen concrete. *Construction and Building Materials*.
- Yalçinkaya, Ç., & Yazıcı, H. (2017). Effects of ambient temperature and relative humidity on early-age shrinkage of UHPC with high-volume mineral admixtures. *Construction and Building Materials* .
- Yuan, Y., Zhao, R., Li, R., Wang, Y., Cheng, Z., Li, F., & Zhongguo, J. M. (2020). Frost resistance of fiber-reinforced blended slag and Class F fly ash-based geopolymer concrete under the coupling effect of freeze-thaw cycling and axial compressive loading. *Construction and Building Materials*.
- Zhang, G., Yu, H., Li, H., & Yang, Y. (2019). Experimental study of deformation of early age concrete suffering from frost damage. *Construction and Building Materials*.
- Zhidong, Z., & Pizhong, Q. (2018). Durability of ultra-high performance concrete in tension under cold weather conditions. *Cement and Concrete Composites* .
- Zhou, Z., Xie, R., Qiao, P., & Lu, L. (2013). On the modeling of tensile behavior of ultra-high performance fiber-reinforced concrete with freezing-thawing actions. *Composites Part B*.
- Солобай, А., Воронкова, В., Демченко, В., Кудайбергенова, Н., & Кулжабаева, Ж. (2014). Влияние суперпластификатора на удобоукладываемость бетонной смеси в жарких сейсмоопасных регионах. *Строительство уникальных зданий и сооружений*.

ANEXOS

ANEXO 1 Matriz de consistencia	145
ANEXO 2 Matriz 1	146
ANEXO 3 Matriz 2	151
ANEXO 4 Matriz 3	152

Anexo 1

Matriz de consistencia

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADITIVOS						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTO	DISEÑO DE METODO
¿Cómo los aditivos y las diferentes temperaturas ambientales influyen en las propiedades del concreto?	Analizar la incorporación de aditivos en diferentes temperaturas ambientales para mejorar las propiedades del concreto.	Al analizar la incorporación de aditivos en diferentes temperaturas ambientales se mejoran las propiedades del concreto.	V.I. - Temperaturas ambientales - Aditivos	Aditivos y temperatura media Aditivos y temperatura alta Aditivos y temperatura baja	Tesis fuentes documentales ACI 318S-05 Tesis fuentes documentales	
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO	VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTO	DISEÑO DE METODO
¿Cómo los aditivos y la temperatura media influyen en el asentamiento del concreto?	Analizar la incorporación de aditivos en temperatura media para mejorar el asentamiento del concreto.	Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media se mejora el asentamiento del concreto		Asentamiento del concreto con temperatura media	NTP 339.036 y ASTM C172. NTP 339.035 y ASTM C143. NTP 339.046 y ASTM C138	El método es deductivo, debido a que se contrastará investigaciones pasadas para determinar la influencia de temperaturas extremas en las propiedades mecánicas del concreto. El enfoque es mixto ya que la investigación recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos de una serie de investigaciones para responder al planteamiento del problema. De orientación aplicada y fuente retrolectiva debido a que se recurrirá a fuentes de información existentes.
¿Cómo los aditivos y la temperatura baja influyen en el asentamiento del concreto?	Analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja para mejorar el asentamiento del concreto	Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja se mejora el asentamiento del concreto		Asentamiento del concreto con temperatura baja	NTP 339.184 y ASTM C1064 ASTM C 231	
¿Cómo los aditivos y la temperatura alta influyen en el asentamiento del concreto?	Analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta para mejorar el asentamiento del concreto	Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta se mejora el asentamiento del concreto		Asentamiento del concreto con temperatura alta		
¿Cómo los aditivos y la temperatura media influyen en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto?	Analizar la incorporación de aditivos en temperatura media para mejorar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.	Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura media se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.	V.D. - Propiedades del concreto	Resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto		
¿Cómo los aditivos y la temperatura baja influyen en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto?	Analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja para mejorar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto	Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura baja se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.		Resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto	NPT 339.034 Y ASTM C39	
¿Cómo los aditivos y la temperatura alta influyen en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto?	Analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta para mejorar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto	Al analizar la incorporación de aditivos en temperatura alta se mejora la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto.		Resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2

Matriz 1

#	TÍTULO	IDEAS PRINCIPALES	SUBTEMAS (Indicadores)	MÉTODO	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES	REV ISTA	AÑO
7	Accelerated curing effects on the mechanical performance of cold bonded and sintered fly ash aggregate concrete	Evalúa el comportamiento mecánico del hormigón que contiene agregados ligeros a base de cenizas volantes.	se emplearon ensayos de resistencia en el caso de muestras de concreto con agregado de cenizas volantes expuestas a curado con vapor acelerado o con agua caliente	experimental	Se encontró que la resistencia al aplastamiento y al impacto de los agregados era satisfactoria según lo requerido para su uso en aplicaciones estructurales de peso ligero.	Los resultados de las pruebas demostraron que se puede lograr un reemplazo de cenizas volantes de alto volumen (hasta 62%) en el concreto con la incorporación de agregados artificiales. Se puede obtener un grado de concreto de diseño hasta M35 con el uso de agregados de cenizas volantes sinterizados acompañados de una técnica de curado acelerado.	Construction and Building Materials	2015
17	Abrasion and impact resistance of concrete before and after exposure to freezing and thawing cycles	Los hormigones con SF y / o MK mostraron la mayor resistencia a la abrasión y carga de impacto (antes y después de la exposición a incrustaciones de sal) mientras que el hormigón con FA mostró la menor resistencia.	Se observó alrededor de un 32,5% de daño por incrustación promedio adicional en las muestras que fueron expuestas a la abrasión antes de congelarse y descongelarse en comparación con las muestras no desgastadas expuestas a congelación y descongelación.	experimental	La preexposición a los ciclos de congelación y descongelación redujo significativamente la resistencia y la abrasión, especialmente en concreto con bajo contenido de aglutinante y concreto con alta relación de agregado C / F. Los hormigones con SF y / o MK mostraron la mayor resistencia a la abrasión y carga de impacto	En todos los hormigones, la S es decir el factor tenía un rango de 0,51 a 0,84, mostrando la reducción más baja en hormigones SF y MK y la mayor descomposición en hormigones con bajo contenido de ligante o alta relación C / F.	Construction and Building Materials	2019

20	Effect of nano-modified additives on properties of concrete mixtures during winter season	El cambio en la resistencia del hormigón a lo largo del tiempo muestra que la reacción de hidratación del cemento Portland se desarrolla con éxito sin congelación ni cristalización del agua libre.	Se estudiaron en un sitio de construcción con una temperatura del aire de +5°C a -6°C, las muestras de control se probaron después de 3, 7, 14 y 28 días de curado.	experimental	El cambio en la resistencia del hormigón a lo largo del tiempo muestra que la reacción de hidratación del cemento Portland se desarrolla con éxito sin congelación ni cristalización del agua libre.	El aditivo complejo nano-modificado se probó durante la construcción de un edificio de estacionamiento de cinco pisos. La calidad de las estructuras resultantes corresponde a los valores de diseño.	Construction and Building Materials	2020
25	Effect of GGBS on the frost resistance of self-consolidating concrete	el uso de 50% de GGBS en SCC no tiene un efecto impresionante sobre el concreto resistente a las heladas. el uso de humo de sílice al 5% es más efectivo y más del 5% de uso de SF reduce la resistencia a las heladas.	En este estudio, se investigó la resistencia al congelamiento-descongelamiento de la mezcla de SCC preparada con una relación a / c de 0.44 y con cemento de 418 kg / m3 de acuerdo con la norma ASTM C 666.	experimental	Pero más que eso, los factores de durabilidad, como el módulo de elasticidad dinámica relativa y la pérdida de peso, han mostrado una gran reducción de la resistencia al congelamiento y descongelamiento.	Al agregar humo de sílice al SCC incorporado con GGBS, se demostró que la resistencia a las heladas se redujeron. Debería ser debido a la disminución de la porosidad del hormigón que se realiza mediante diminutas partículas de humo de micro sílice. Como parece, el uso de humo de sílice al 5% es más efectivo y más del 5% de uso de SF reduce la resistencia a las heladas.	Construction and Building Materials	2018

27	Effects of parent concrete and mixing method on the resistance to freezing and thawing of air-entrained recycled aggregate concrete	La muestra ARAC preparada con RCA derivado de un concreto base con alta resistencia a las heladas, exhibió una alta resistencia FT, así como casi la misma durabilidad FT que la del aire convencional.	Se utilizaron tres hormigones sin aire incorporado y uno con aire incorporado para preparar muestras de agregado grueso reciclado (RCA). El método de mezcla utilizado no tuvo ningún efecto sobre la resistencia a las heladas. Se propone un posible mecanismo para el fallo de ARAC. enfoques de mezcla.	experimental	la resistencia a las heladas de ARAC está estrechamente relacionada con la RCA utilizado, mientras que las propiedades de RCA dependen principalmente de su hormigón madre. La muestra ARAC preparada con RCA derivado de un concreto base con alta resistencia a las heladas, como un concreto de alta resistencia o un concreto con aire incorporado, exhibió una alta resistencia FT, así como casi la misma durabilidad FT que la del aire convencional.	La muestra ARAC preparada con RCA derivado de un concreto base con alta resistencia a las heladas, como un concreto de alta resistencia o un concreto con aire incorporado, exhibió una alta resistencia FT, así como casi la misma durabilidad FT que la del aire convencional. hormigón arrastrado. Por otro lado, la muestra ARAC preparada con RCA obtenido de un concreto sin aire incorporado exhibió poca resistencia a las heladas.	Construction and Building Materials	<u>2015</u>
38	Effect of self-curing admixture on concrete properties in hot climate conditions	Se descubrió que SC superó a NC en diversas condiciones. Los resultados no se pueden atribuir simplemente a la retención de agua de la mezcla por el aditivo autopolimerizable.	Los parámetros de prueba fueron materiales secos de hormigón (25°C o 50°C) y / o temperaturas del agua de mezcla (5°C, 20°C o 35°C) en el momento del mezclado. Las muestras NC se curaron continuamente con agua a 25°C o 50°C, mientras que las SC se curaron al aire a las mismas temperaturas.	experimental	Se descubrió que SC superó a NC en diversas condiciones. Los resultados no se pueden atribuir simplemente a la retención de agua de la mezcla por el aditivo autopolimerizable. Se propone una explicación más completa de las observaciones. resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por rotura y resistencia a la flexión.	El aditivo autopolimerizable PEG 400 supera todas las dificultades asociadas con la producción de concreto en climas cálidos. Por tanto, se recomienda su uso en hormigón en estas condiciones.	Construction and Building Materials	2020

46	Properties of high strength palm oil clinker lightweight concrete containing palm oil fuel ash in tropical climate	<p>el POFA molido es adecuado para su uso en concreto clínker de aceite de palma (POC), lo que reduce los problemas ambientales iniciados por la industria del aceite de palma, particularmente a través de sus desechos.</p>	<p>La aplicación de POFA al 10% en la sustitución del cemento ha aumentado parcialmente con éxito la resistencia del hormigón (62 MPa) entre otros porcentajes de POFA; Se pudo observar que más allá del 10% de reemplazo de POFA de OPC, las mezclas exhibieron una reducción de resistencia continua a medida que aumentaba la cantidad de POFA en las mezclas tanto en curadas con agua y expuestas a la intemperie.</p>	experimental	<p>Se concluye que el POFA molido es adecuado para su uso en concreto clínker de aceite de palma (POC), lo que reduce los problemas ambientales iniciados por la industria del aceite de palma, particularmente a través de sus desechos.</p>	<p>La presencia de humedad en el curado de agua de POC LWAC con POFA promueve una mejor hidratación y reacción puzolánica que contribuye a una estructura interna de concreto más densa, reduciendo así la absorción de agua del concreto endurecido.</p>	Construction and Building Materials	2019
50	Effects of superabsorbent polymer on shrinkage properties of ultra-high	<p>La contracción total de UHSC en condiciones de secado tuvo una relación no lineal con la pérdida de humedad promedio debido al efecto acoplado de la auto-desección y la migración de agua.</p>	<p>Los resultados mostraron que SAP provocó una distribución desigual de la humedad en las capas interior y exterior en función de la distancia desde la superficie de secado.</p>	experimental	<p>el entorno de secado tuvo menos influencia en el rendimiento de SAP en muestras de UHSC más grandes, y el efecto de restricción de SAP sobre la contracción fue superior al de las pequeñas. Además, el gradiente de humedad en las capas interna y externa condujo a diferentes cantidades de agua libre y agua unida químicamente en toda la matriz.</p>	<p>En cuanto al efecto de tamaño, SAP tuvo un mejor desempeño en la restricción de la contracción de muestras de UHSC más grandes que las pequeñas. Esto se debió al desempeño más eficiente de SAP en las capas internas, que fue menos influenciado por el ambiente seco.</p>	Construction and Building Materials	2019

51	Experimental study on the shrinkage reduction of high strength cementitious composites	Al comparar los resultados entre diferentes mezclas, se puede decir que los efectos del cemento SRA y CSA sobre las resistencias a la tracción 14d fueron similares a los de la resistencia a la compresión 14d: S8 ligeramente más bajo que M5, y C5 y S8C5 aún más bajo.	Según lo recomendado por ASTM C490 / C490M, se utilizaron muestras en forma de barra con un tamaño de $25 \times 25 \times 285$ mm para la medición de la contracción. Además de las muestras de barra, también se prepararon muestras de cubos con una dimensión de $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ para la medición del tiempo de fraguado final.	experimental	se puede decir que los efectos del cemento SRA y CSA sobre las resistencias a la tracción 14d fueron similares a los de la resistencia a la compresión 14d: S8 ligeramente más bajo que M5, y C5 y S8C5 aún más bajo. Aparte de los factores que afectan la resistencia a la compresión, la propiedad de contracción también puede afectar el comportamiento de tracción.	se sugiere que cuando se deba mantener la resistencia del material y se requiera una menor contracción, se puede emplear SRA. Si el material es para reparaciones estructurales donde la resistencia requerida se puede satisfacer fácilmente, se puede considerar una combinación adecuada de cemento SRA y CSA.	Cement and Concrete Composites	2019
53	Influence of superabsorbent polymer on shrinkage properties of reactive powder concrete blended with granulated blast furnace slag	La resistencia mecánica disminuyó con la adición de GBFS. Sin embargo, aún excedía los 100 MPa incluso cuando el nivel de reemplazo de GBFS correspondía a un máximo del 50%	La contracción total de RPC con IC y GBFS fue significativamente menor que sin IC y GBFS. La combinación de GBFS e IC puede resolver adecuadamente la deformación por contracción grave y proporcionar un método ecológico y de bajo costo para producir RPC.	experimental	Los resultados indicaron que la contracción autógena disminuyó con un aumento en el contenido de GBFS, y una combinación con IC mitigó completamente la contracción autógena e incluso condujo a una expansión neta.	La fuerza de RPC disminuyó cuando el contenido de GBFS aumentado. Sin embargo, la resistencia a la compresión aún excedía los 100 MPa a los 28 d incluso cuando el nivel de reemplazo de GBFS alcanzó el 50%, y esto indicó que era factible producir RPC con un alto volumen de GBFS.	Construction and Building Materials	2017

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3

Matriz 2

SUBTEMAS (Indicadores)	Definición / Justificación del subtema/ delimitación temporal (si aplica)	Objetivo
Asentamiento del concreto con aditivos en temperaturas bajas	El asentamiento es una medida de la consistencia de concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla e indica qué tan seco o fluido está el concreto, a temperaturas bajas la relación w/c será la más baja para evitar congelamiento, el uso de aditivos adecuados es necesarios para tener consistencia adecuada según el cono de Abrams	Analizar la temperatura baja para mejorar el asentamiento del concreto con aditivos.
Asentamiento del concreto con aditivos en temperaturas alta	El asentamiento es una medida de la consistencia de concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla e indica qué tan seco o fluido está el concreto, a temperaturas alta la relación w/c será la más baja para evitar evaporación del agua de amasado, el uso de aditivos adecuados es necesarios para tener consistencia adecuada según el cono de Abrams	Analizar la temperatura alta para mejorar el asentamiento del concreto con aditivos.
Resistencia del concreto con aditivos en temperaturas bajas	La resistencia es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, a temperaturas bajas la resistencia del concreta es afectada perjudicialmente, el uso de aditivos en dichas condiciones, son necesarios obtener un concreto de buena calidad en cualquier estructura.	Analizar la temperatura baja para mejorar la resistencia del concreto con aditivos.
Resistencia del concreto con aditivos en temperaturas alta	La resistencia es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, a temperaturas alta la resistencia del concreta es afectada perjudicialmente, el uso de aditivos en dichas condiciones, son necesarios obtener un concreto de buena calidad en cualquier estructura.	Analizar la temperatura alta para mejorar la resistencia del concreto con aditivos.

Fuente: *Elaboración Propia*

Anexo 4

Matriz 3

N°	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
7	Gomathi, P.; Sivakumar, A.	Accelerated curing effects on the mechanical performance of cold bonded and sintered fly ash aggregate concrete	Valores de asentamiento del concreto con aditivo (cenizas volantes) en Condiciones de clima frío		Investiga el comportamiento mecánico del hormigón que incorpora agregados ligeros a base de cenizas volantes en condiciones frías	
17	Ismail, Mohamed K.; Hassan, Assem A.A.	Abrasion and impact resistance of concrete before and after exposure to freezing and thawing cycles	Valores de asentamiento del concreto con materiales cementantes suplementarios (cenizas volantes (FA), escoria (SL), humo de sílice (SF) y metacaolín (MK)), en Condiciones de clima frío		Evaluó la resistencia a la abrasión y al impacto de una serie de hormigones autocompactantes y vibrados antes y después de la exposición a ciclos de congelación y descongelación con materiales cementantes suplementarios (cenizas volantes , escoria , humo de sílice y metacaolín)	
20	Svintsov, Alexander P.; Shchesnyak, Evgeny L; Galishnikova, Vera V.; Fediuk, Roman S.	Effect of nano-modified additives on properties of concrete mixtures during winter season	Valores de asentamiento del concreto con utilizacion de modelos matemáticos desarrollados que relacionan la dosificación del nanomodificador con el asentamientos en clima frío		Se desarrollar un aditivo plastificante nano modificado de alta tecnología aplicado a las condiciones de hormigonado y curado a una temperatura exterior de -5°C, para aumentar la resistencia en climas frios.	

25	Tavasoli, Syamak; Nili, Mahmoud; Serpoosh, Behrad	Effect of GGBS on the frost resistance of self-consolidating concrete	Valores de asentamiento del concreto con utilizacion de superplastificantes en simulaciones de clima frío	Se investigó la resistencia al congelamiento-descongelamiento de la mezcla de hormigón autocompactante (SCC)
27	Liu, Kaihua; Yan, Jiachuan; Hu, Qiong; Sun, Yao; Zou, Chaoying	Effects of parent concrete and mixing method on the resistance to freezing and thawing of air-entrained recycled aggregate concrete	Valores de asentamiento del concreto con utilizacion de incorporacion de aire en simulaciones de clima frío	Evaluar la resistencia al congelamiento / descongelamiento del concreto agregado reciclado con incorporación de aire (ARAC)
38	Rizzuto, Joseph P.; Kamal, Mounir; Elsayad, Hanaa; Bashandy, Alaa; Etman, Zeinab; Roos, Mohamed N. Aboel; Shaaban, Ibrahim G.	Effect of self-curing admixture on concrete properties in hot climate conditions	Valores de asentamiento del hormigón autopolimerizable (SC) y el hormigón convencional normal (NC) en climas cálidos.	En esta investigación, se estudiaron los efectos de un clima cálido sobre las propiedades frescas y endurecidas del hormigón autopolimerizable (SC) y el hormigón convencional normal (NC) en climas cálidos.
46	Muthusamy, Khairunisa; Mirza, Jahangir; Zamri, Nur Azzimah; Hussin, Mohd Warid; Majeed, Anwar P.P. Abdul; Kusbiantoro, Andri; Budiea, Ahmed Mokhtar Albshir	Properties of high strength palm oil clinker lightweight concrete containing palm oil fuel ash in tropical climate	Valores de asentamiento del hormigón de clinker de aceite de palma de alta resistencia utilizados en la prueba	Se evalúa las propiedades mecánicas a largo plazo del hormigón de clinker de aceite de palma de alta resistencia que contiene cenizas de combustible de aceite de palma (POFA)

50	Liu, Jianhui; Farzadnia, Nima; Shi, Caijun; Ma, Xianwei	Effects of superabsorbent polymer on shrinkage properties of ultra-high	Valores de asentamiento del hormigón con del polímero superabsorbente utilizados en la prueba	Se evaluo los efectos del polímero superabsorbente (SAP) sobre la contracción del hormigón de ultra alta resistencia (UHSC) en condiciones de secado.
51	Chen, Yixin; Yao, Jie; Lu, Zeyu; Leung, Christopher K.Y.	Experimental study on the shrinkage reduction of high strength strainhardening cementitious composites		Se evaluo experimentalmente la propiedad de contracción de compuesto cementoso endurecible por deformación de alta resistencia (SHCC)
53	Jinchuan, Mo; Zhongwen, Ou; Xuxin, Zhao; Jinming, Liu; Yahui, Wang	Influence of superabsorbent polymer on shrinkage properties of reactive powder concrete blended with granulated blast furnace slag		Se evaluo la escoria de alto horno granulada (GBFS) y el curado interno (IC) mediante polímero superabsorbente (SAP) sobre el comportamiento de contracción, calor de hidratación y resistencia mecánica del concreto en polvo reactivo (RPC).

Fuente: Elaboración Propia.