



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERIA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“Análisis del comportamiento mecánico del concreto
 $F'c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a efectos de altas temperaturas
-Cercado de Lima año 2020”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Maldonado Villafane, Fernando Elvis (ORCID: 0000-0002-7173-260)

ASESOR

Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

Lima – Perú

2020

Dedicatoria:

Dedico este trabajo a las 3 personas más importantes de mi vida, por su apoyo inefable e incondicional.

A mi padre por las grandes enseñanzas dadas desde mi corta edad

A mi madre por permanecer siempre a mi lado

A mi hermano por ser creativo e intelectual frente a los problemas dados en nuestra sociedad

Agradecimiento:

Agradezco a dios en primera instancia por permitir darle salud a mi padre Elvis Rene Maldonado Romero, a mi madre Rosalinda Tania Villafane Olivera y a mi querido hermano Yusef Stuar Maldonado Villafane

A la Dra. Gonzales Moncada Teresa Marianella por su apoyo incondicional para la creación de este proyecto de investigación.

A mis Asesores el Dr. Ing. Cancho Zúñiga Gerardo Enrique y el Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo por brindar su tiempo y dedicación para la elaboración de esta tesis

A mis tíos(as) por el apoyo económico que recibí desde que empecé la universidad

Índice de contenidos

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	5
III.	MÉTODO	16
3.1.	Tipo y diseño de investigación	16
3.2.	Variables y operacionalización	17
3.3.	Población, muestra, selección de la unidad de análisis	17
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5.	Procedimientos	19
3.6.	Métodos de análisis de datos	20
3.7.	Aspectos éticos	20
IV.	RESULTADOS.....	21
4.1.	Ubicación	21
4.2.	Recolección de datos	21
4.3.	Trabajo de laboratorio	25
V.	DISCUSIÓN	43
5.1.	Determinar el estado del concreto endurecido	43
5.2.	Determinar las propiedades mecánicas.....	44
5.3.	Determinar el tiempo de exposición.....	45
VI.	CONCLUSIONES	47
VII.	RECOMENDACIONES	48
	REFERENCIAS	49
	ANEXOS.....	52

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen porcentual de la resistencia a la compresión del ensayo de probetas expuestas y no expuestas al fuego	24
Tabla 2: Resumen porcentual de la resistencia a la compresión del concreto en estados endurecidos	24
Tabla 3: Estados del concreto endurecido analizados	25
Tabla 4: Estados del concreto a edades especificad del concreto	26
Tabla 5: Resultados de las edades establecidas	28
Tabla 6: Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm ²	30
Tabla 7: Análisis de la resistencia del concreto-Interpolación	31
Tabla 8: Resumen porcentual de la F'c del concreto.....	34
Tabla 9: Análisis del tiempo de exposición del concreto	36
Tabla 10: Recolección de los nuevos datos	39

Índice de figuras

Imagen 1: Ubicación del recojo de muestras.....	21
Imagen 2: Interpolación lineal.....	22
Imagen 3: Resultados obtenidos a los 14 días	26
Imagen 4:Resultados obtenidos a los 18 días	27
Imagen 5: Resultados obtenidos a los 21 días	27
Imagen 6: Resultados obtenidos a los +25 días.....	28
Imagen 7: Diagrama del estado del concreto al someterse a la compresión....	29
Imagen 8: F'c del concreto expuesto a 300°C	31
Imagen 9: F'c del concreto expuesto a 400°C	32
Imagen 10: F'c del concreto expuesto a 500°C	32
Imagen 11: F'c del concreto expuesto a 600°C	33
Imagen 12: F'c del concreto expuesto a 700°C	33
Imagen 13: Resumen de la variación del concreto frente a altas temperatura. 35	
Imagen 14: Tiempo de exposición del concreto a 300°C con un F'c = 232.25 kg/cm ²	37

Imagen 15: Tiempo de exposición del concreto a 400°C con un $F'c = 227.59$ kg/cm ²	37
Imagen 16: Tiempo de exposición del concreto a 500°C con un $F'c = 175.67$ kg/cm ²	38
Imagen 17: Tiempo de exposición del concreto a 600°C con un $F'c = 139.66$ kg/cm ²	38
Imagen 18: Tiempo de exposición del concreto a 700°C con un $F'c = 116.1$ kg/cm ²	39
Imagen 19: Diagrama Tiempo - Resistencia	40
Imagen 20: <i>Diagrama porcentual entre el tiempo y la variación de las resistencias obtenida</i>	41

Resumen

En este presente trabajo su objetivo principal fue dar a conocer como el comportamiento mecánico del concreto se ve afectado por las altas temperaturas, con el fin, de analizar en qué medida estas se ven involucradas hasta el fallo, sabiendo que hoy en día esto no es muy común ni muy aplicado me vi en la necesidad de poder investigar el tema, ya que ayudaría a la sociedad en poder identificar los periodos de exposición a las que son expuestas las estructuras de concreto y como estas van perdiendo resistencia disminuyendo rápidamente los compuestos encontrados dentro del cemento entre ellos la ettrigita.

Esta investigación se desarrolló con el único fin de que el comportamiento mecánico del concreto cumpla un rol muy importante para analizarse ante las altas temperaturas para ello es necesario evaluar su estado endurecido, sus propiedades y el tiempo de exposición al cual se someten al concreto para su estudio, ante esto se trabajaron con dos autores uno para el recojo de datos y el otro para corroborar el análisis.

Ambas investigaciones utilizaron una metodología experimental donde se desarrollaron un único ensayo para su estudio la cual es resistencia a la compresión, de esa manera se identificaron ciertos valores para posteriormente ser interpolados y analizados en base a otros datos

Palabras claves: resistencia, sulfoaluminato, ettrigita

Abstract

In this present work, its main objective was to show how the mechanical behavior of concrete is affected by high temperatures, in order to analyze to what extent these are involved until failure, knowing that today this is not very common nor very applied I saw the need to be able to investigate the subject, since it would help society in being able to identify the periods of exposure to which concrete structures are exposed and how they are losing resistance rapidly decreasing the compounds found inside of the cement including the label.

This research was developed with the sole purpose that the mechanical behavior of concrete plays a very important role to be analyzed before high temperatures, for this it is necessary to evaluate its hardened state, its properties and the exposure time to which the concrete is subjected to its study, before this they worked with two authors, one to collect data and the other to corroborate the analysis.

Both investigations used an experimental methodology where a single test was developed for its study which is resistance to compression, in this way certain values were identified to later be interpolated and analyzed based on other data.

Keywords: resistance, sulfoaluminate, ettringite

I. INTRODUCCIÓN

A medida que aumenta la temperatura, el agua en la superficie del concreto o también llamada agua capilar se pierde haciendo que el proceso acelere las fuerzas cohesivas reducidas entre las moléculas de agua debido a la expansión del agua.

Cuando hay presencia de fuego en un rango de temperatura de (80° a 150° C) se produce la descomposición de etringita y la descomposición del yeso entre (150° a 170° C), Cuando la temperatura alcanza los 300°C, el agua químicamente unida comienza a evaporarse a su vez comienza a disminuir la resistencia a la compresión del concreto. A medida que aumenta la temperatura se descompone la portlandita esto se produce entre (400° a 540°C), Cuando la temperatura aumenta más allá de 400°C la resistencia del concreto disminuye debido a la degradación de calcio- sílicehidrato (C-S-H) y después de los 600° a 800° C ocurre la segunda fase de la descomposición (C-S-H). A una temperatura de 900° C el (C-S-H) calcio-sílice- hidrato se descompone por completo.

Este año se han incrementado en un 20% al periodo anterior en los 4 primeros meses del comienzo de este año fuertes incendios en lima y callao, estos siniestros eran producidos por la dejadez de los municipios ya que al momento de realizar fiscalizaciones y controles no suelen retomar las mismas actividades semanal o mensualmente otro efecto es también atribuible a la astucia de parte de los dueños de los locales clausurados, cuando ven que las entidades se marchan estos vuelven a abrir operando así de forma clandestina sin ningún permiso municipal e implementos de seguridad que garanticen el cuidado de las personas.

En lima ocurrió otro evento de gran envergadura proporcionado por el fuego directo hablamos de los días mortíferos que vivieron las personas en el centro de lima los días 22 al 27 de junio del 2017 en las Malvinas considerado uno de los incendios con mayor participación en esta época contemporánea en donde una vez más prevaleció la informalidad debido a la negligencia de un

empleado, las llamas desde el nivel 1 al 2 no se consumieron en su totalidad ya que llegaron a solo 95°C desde el piso 3 hasta pisos superiores llegaron a una temperatura de

888°C y que las paredes en su totalidad del 3er piso estaban totalmente carbonizadas por el fuego dichas situaciones generaron en las estructuras alteraciones como macro o micro fisuraciones que a su vez se les puede denominar reducción de la resistencia y en su mayor medida en el aumento de la deformalidad. Como bien se sabe el incendio ocurrido en el Jr. Dansei con Huarochiri en las Malvinas tuvieron un proceso dependiente del nivel de temperatura al cual se estaba alcanzando como se hizo mención en los pisos 1 y 2 el fuego alcanzo solamente los 95°C en donde por teoría proporcionadas por un artículo de "INGENIEROSDELACRISIS" se pueden decir que cuando las temperaturas no alcanzan los 200°C solo hay pérdida del agua capilar, no ocurren modificaciones estructurales ni disminuye la resistencia ahora si las temperaturas sobrepasan los 900°C aparecen las disgregaciones esto es propicio a que se expanden los áridos y la expansión de la dilatación en este fase del concreto alcanza una tonalidad grisácea, pierde agua intersticial y se vuelve porosa (en esta fase su pérdida de resistencia varía desde un 60% a 90%).

FORMULACION DEL PROBLEMA

GENERAL

- ¿En qué medida el comportamiento mecánico del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ se ve afectado por las altas temperaturas en el mercado de lima Año 2020?

PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿En qué medida las propiedades mecánicas del concreto se ven afectadas por las altas temperaturas?
- ¿En qué medida las influencias del tiempo del concreto se ven afectadas las altas temperaturas?
- ¿En qué medida el estado del concreto endurecido se ve afectada por las altas temperatura

JUSTIFICACIÓN JUSTIFICACION TEÓRICA

El ritmo del desarrollo de las nuevas tecnologías en la actualidad está trayendo cambios significativos para las construcciones de concreto armado permitiéndose de esa manera aplicar innovadoras y menos costosas edificaciones sismo-resistentes que cumplan el rol de tener una adecuada resistencia tanto al fuego directo como a las bajas temperaturas. de una manera evasiva podemos tomar al fuego como un agente indirecto agresor del concreto que además de causar pérdidas en su resistencia daña a la estructura exponiéndola a ataques de otras índoles como la corrosión, fisuras o agrietamiento.

El propósito de este proyecto de investigación es poder brindar un análisis que permita la información adecuada del comportamiento mecánico del concreto sometido a afectos de las altas temperaturas

JUSTIFICACION PRÁCTICA

Uno de los principales casos del comportamiento mecánico del concreto sometido a alta temperaturas se puede encontrar en la superficie del concreto esto es debido a que cuando el concreto aumenta su temperatura, el agua capilar se pierde y el proceso de evaporación se acelera por las fuerzas cohesivas a medida que va exponiéndose la temperatura a más grados centígrados el agua capilar se va reduciendo a cierto límite que cuando llega a los 300°C se evapora por completo y comienza a disminuir la resistencia a la comprensión del concreto.

Es de esa forma que esta investigación tiene como objetivo principal analizar el comportamiento mecánico del concreto evaluando su resistencia a la comprensión seguido de la resistencia a la tracción como influenciamos al módulo de elasticidad con la pérdida de resistencia a la comprensión y como el tiempo expuesto juega un rol muy importante con el módulo de elasticidad a las horas expuestas.

JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

En el desarrollo de estudios científicos las evidencias representan aportes, es en ese sentido que contienen técnicas, ensayos de laboratorio y chequeo

list como instrumentos para el recojo de datos útiles. En ese sentido las investigaciones tienen una igualdad compartida ya que comparten objetos de estudios con otros. Nuestro estudio será realizado en un laboratorio certificado y calificado cumpliendo con buenas condiciones para su desarrollo esto con el fin de obtener con precisión los análisis de estudios.

OBJETIVOS OBJETIVO GENERAL

- Determinar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sometido a las altas temperaturas en el cercado de lima-Año 2020

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar en qué medida las propiedades mecánicas del concreto son afectados por las altas temperaturas en el cercado de lima-Año 2020
- Determinar en qué medida la influencia del tiempo del concreto se ve afectado por las altas temperaturas en el cercado de lima-Año 2020
- Determinar en qué medida el estado del concreto endurecido es afectado por las altas temperaturas en el cercado de lima-Año 2020

HIPÓTESIS GENERAL

- El comportamiento mecánico del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ será afectado por las altas temperaturas en el cercado de lima Año-2020

HIPÓTESIS ESPECÍFICO

- Las propiedades mecánicas del concreto serán afectadas por las altas temperaturas en el cercado de lima-Año 2020
- Las influencias del tiempo en el concreto serán afectadas por las altas temperaturas en el cercado de lima-Año 2020
- El estado del concreto endurecido serán afectados por las altas temperaturas en el cercado de lima-Año 2020

II. MARCO TEÓRICO

Herrera Polino Virgilio Edgar y Celis Ibáñez James Jack (2018) en su tesis para optar el título profesional de ingeniería civil **“Estudio del comportamiento mecánico del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ expuestos al fuego”** (Lima – Perú). Tiene por objetivo brindar aspectos fundamentales del comportamiento mecánico convencional del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto al fuego a una temperatura de 1000°C , a medida que se realizaron los ensayos se pudo observar la variación porcentual de las propiedades mecánicas del concreto además se pudo observar que las fuerzas mecánicas de tracción, fuerza mecánica a la compresión y el módulo de elasticidad sufrían una gran disminución cuando estas estaban sometidas a altas temperaturas, la metodología propuesta para su estudio fue la cuasiexperimental, desarrollando alrededor de 26 probetas. Para la preparación del concreto se utilizó como cemento (cemento sol) tipo I con el fin de apreciar al hormigón y su comportamiento con la resistencia objetiva de 210 kg/cm^2 , y los agregados se extrajeron de dos canteras, la cantera gambeta y la cantera Jicamarca. Llegando a concluir dos análisis sistemáticos: el análisis de la resistencia de los elementos mencionados y el análisis del grado de vulnerabilidad en edificaciones existentes frente a elevadas temperaturas.

Oncoy Vázquez Jenny Noemi (2018) en su tesis: **Comportamiento de la resistencia del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido a la extinción de un incendio** (Trujillo-Perú), El objetivo de esta investigación de tesis es explicar que los efectos principales en el concreto producidos por la exposición de fuego es debido a la reducción gradual de la resistencia, dicha metodología expuesta fue experimental, trabajando con 18 muestras patrones divididas en grupos de 3 donde el primer grupo era el grupo patrón seguidos de las otras dos muestras ya expuestas, los resultados se realizaron en un horno industrial del distrito de la victoria donde la temperatura fue mediada por un termómetro infrarrojo laser (ISO 9001) que posteriormente fue llevado a un laboratorio de la universidad cesar vallejo de Chiclayo. El resultado que tuvo el concreto al

estar expuesto al incremento de las altas temperaturas originado por el fuego en una situación de incendio, da una reducción gradual en la resistencia del concreto pudiendo concluir que, al querer extinguir el fuego a 540°C con agua, la resistencia inicial del concreto a los 28 días tiene una disminución significativa haciendo a cualquier estructura insegura sísmicamente.

Mark Huincho Salvatierra (2017) en su tesis: **Evaluación de la resistencia mecánica del concreto sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo** (Lima). El objetivo de su estudio fue evaluar el efecto de la incidencia del fuego directo en un concreto convencional usando relaciones de agua y cemento de (0.6, 0.65 y 0.7), Cemento portland tipo I y cantidades de agua que garantizaran su óptima trabajabilidad. El proceso de este proyecto se desarrolló en un concreto patrón (CPO) para las 3 relaciones agua-cemento, primero fueron sometidas al fuego, a exposiciones que van desde 1, 2 y 3 horas, después fueron llevadas a unos ensayos para determinar de manera más certera su comportamiento en base a una curva promedio de temperatura. Encontrando en este estudio pérdidas de masa, pérdida de resistencia a la compresión, tracción, disminución del módulo elástico, la variación del comportamiento elástico del concreto y disminución de la relación tracción-compresión concluyendo así que su investigación sirva como un aporte donde se pueda evidenciar para futuros estudios parámetros ya existentes con respecto a sus estudios y su respectivo análisis del comportamiento mecánico del concreto

Jiménez Madrid Patricio (2013) en su tesis: **Comportamiento del hormigón de alta resistencia frente al fuego** de la Universidad politécnica de Cartagena Escuela de Arquitectura e Ingeniería en la edificación (Cartagena- España). El objetivo de su investigación es analizar el comportamiento del concreto de alta resistencia al ser sometidos a elevadas temperaturas, se realizaron ensayos con probetas cilíndricas de 100 mm de diámetro y 200 mm de altura sometiéndolas al proceso de curado de 7, 21 y 28 días a una temperatura ambiente de 23°C con un 98% de humedad teniendo como resultado que los concretos tradicionales no solucionan el mejoramiento de su resistencia de hecho reduce la resistencia a la

compresión del concreto creando un efecto negativo concluyendo así que a los 400°C el concreto ya sufre pérdidas significativas en su resistencia.

Figuroa Orjuela Duvan C. (2018). En su Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil Titulado: **Evaluación y Diagnostico de la resistencia a compresión y a flexión del concreto simple después de expuesto a 450°C** en la Universidad Católica de Colombia (Bogotá-Colombia) el objetivo de su tesis era analizar el comportamiento del concreto frente a temperaturas que oscilan solamente los 450°C teniendo como resultado que la coloración del concreto a medida que se iba efectuando el ensayo a ciertas temperaturas estas cambiaban de color seguido de que a temperaturas de 450°C el humo producidos por los gases volátiles del calor no afectaba en gran medida la respiración de los ocupantes concluyendo de esa forma que la exposición del fuego del concreto a altas temperaturas produce un aumento en la porosidad ya que esta se expande térmicamente y tiene como resultado el desarrollo de fisuras internas como también externas.

Flores C. Cesar A. y Gonzales R. Jean C, (2010). en su trabajo especial para obtener el Grado I titulado: **Determinar curva de extrapolación de resistencia cilíndrica de concreto con respecto a las variaciones de la temperatura aplicando el método de madurez** (Valencia-España). El objetivo de esta tesis es evaluar el método de madurez del concreto mediante una curva característica donde se analizaría la madurez del concreto con respecto a su edad equivalente a una mezcla específica. En su desarrollo se pueden apreciar ensayos a compresión en donde se dibuja la edad equivalente o también llamado índice de madurez seguido de la relación que permita relacionar el comportamiento de los datos esto con el fin de obtener una base de datos en la toma de decisiones con respecto al proyecto constructivo a temprana edad.

Maciej Ziolk (2014) en una revista de construcción titulada “**Resistencia al fuego en elementos de estructuras prefabricadas hechas de hormigón armado**” España. El objetivo principal de esta investigación fue dar un aporte fundamental a los adecuados comportamientos de los límites de elasticidad y resistencia teniendo en cuenta las 3 fases del periodo de un incendio: Fase Inicial con una duración entre 3 a 50 min, Fase de las Temperaturas Máximas

que oscilan entre los 600° a 1300° C y la Fase de la Extinción que ocurre cuando el fuego llega a su tope debido a que los gases volátiles del material combustible están agotados. En su procedimiento se puede explicar a la relación del límite de elasticidad R_e y la exposición de las altas temperaturas en estructuras de acero, cuando estas temperaturas alcanzan los 400°C el límite de elasticidad R_e baja hasta un $0.7 R_e$, a temperaturas desde 400°C a 600°C el límite de elasticidad R_e disminuye considerablemente y a temperaturas de 550°C el límite de elasticidad R_e disminuye en un $0.5R_e$ por encima de los 600°C se pierde totalmente su capacidad de transmisión de cargas concluyendo que las barras de las armaduras cubiertas por una capa de hormigón de espesor correspondiente y sujetas a la acción de un fuego de poca duración menor a 400°C sigue manteniendo sus mismas propiedades, por lo que existen posibilidades de reparación pudiendo evitar un cambio total de la estructura evitando costos elevados

Componentes del Concreto

El concreto es el material formado esencialmente a base de un aglomerante también llamado (cemento) donde se añaden los áridos o también llamados (agregados), seguido del agua y aditivos especiales. Como bien se sabe el concreto es el material más utilizado en todo el mundo esto por su resistencia y durabilidad con el pasar de los años

Cemento

Se define como cemento a los conglomerantes hidráulicos que convenientemente amasados con agua forman pastas que fraguan y endurecen la estructura, esto debido a la reacción de la hidrólisis e hidratación de sus componentes, dando de esa forma productos mecánicos hidratados con estabilidad y resistencia tanto al aire libre como bajo agua

Agregados

Se les denomina a los agregados como el conjunto de partículas de origen natural y artificial antiguamente se pensaba que estos agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no se involucraban directamente dentro de las reacciones químicas, pero en la actualidad se ha

descubierto que al contener un alto índice de material para la elaboración del concreto influye completamente en todas las propiedades y características del concreto

Agregado Fino

Los agregados finos consisten en tener arenas manufacturadas y/o naturales con partícula de tamaños que pasen la malla N°4 (4.75mm), Además de tener partículas retenidas en la malla N°. 4. El máximo tamaño del agregado que se utiliza generalmente es el de 19 mm o el de 25 mm, Si nos basamos en la norma podremos observar una cierta diferencia de usos granulométricos que nos llevaría a la variación del máximo tamaño del agregado grueso.

Agregado Grueso

Se denomina agregado retenido grueso del tamiz N°4 (4.75mm) proveniente de la descomposición natural o mecánica de las rocas y que se verifican con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o, sucesivamente con la norma ASTM C33. Las partículas deben estar libres de elementos que pongan en riesgo al agregado entre ellos podemos tener a las escamas, incrustaciones, materia orgánica, tierra, polvo, limo entre otras sustancias que sean dañinas además de ser químicamente constante.

Tamaños máximos

Se define en base a la Norma Técnica Peruana como el tamaño máximo del agregado grueso esto ya que corresponde al menor tamiz por donde pasan todas las muestras de los agregados gruesos.

Tamaños máximos nominales

Se define en base a la Norma Técnica Peruana como el máximo tamaño nominal de los agregados gruesos. esto debido a que el menor tamiz corresponde dentro de los componentes utilizados produciendo el primer retenido de las muestras.

Agua

El agua es vital para la construcción de edificaciones resistentes ya que es un componente del concreto que fusionado con el cemento, arena gruesa y piedra chancada forman una reacción química que permite fraguar y endurecer un sólido. Para su respectivo uso el agua debe de cumplir con ciertos parámetros normativos que incidan en su calidad, recordemos que las normativas son variables y diferentes en cada país esto debido al tipo de cemento que se pueda utilizar, las normas que se generan a continuación son genéricas

Propiedades Mecánicas

Podemos explicar que las propiedades mecánicas del concreto es un conjunto de estudios que se le dan al concreto con el fin de analizar sus resultados hasta el fallo entre estos estudios está: el módulo de elasticidad, resistencia a la compresión y tracción, recordemos que el concreto a temperaturas elevadas es sensible ya que su nivel de temperatura, velocidad de calentamiento, ciclo térmico y la duración de la temperatura producen transformaciones físico-químico que deterioran las propiedades mecánicas del concreto

Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión del concreto entre sus propiedades más importantes e influyentes dentro de la capacidad de carga de una estructura podemos encontrar a las cargas térmicas además de afectar el módulo de elasticidad del concreto también afecta la resistencia a la compresión del concreto. La resistencia a la compresión del concreto disminuye esto debido a la exposición a temperatura elevada unos claros ejemplos puede ser las proporciones de mezcla, el tipo de agregado, tipo de cemento, la resistencia del concreto, sellado o sin sellar, presencia de estrés sostenido durante el calentamiento, y la duración de la exposición térmica. Desde aproximadamente 22°C a 120°C la disminución de la resistencia a compresión del concreto es atribuible a la hinchazón térmica del agua ligada físicamente que causa presiones disjuntas. De 120°C hasta aproximadamente 300°C. la recuperación de resistencia a la compresión que

se atribuye generalmente a fuerzas mayores que van como resultado de las capas de gel de cemento que se mueven más cerca

entre sí durante el calentamiento a temperaturas superiores a 300°C sufren pérdidas de resistencia a la compresión, probablemente debido a las diferencias en los coeficientes de expansión térmica entre la pasta de agregado y el cemento y la descomposición del hidróxido de calcio. A temperaturas superiores a 450°C la resistencia a la compresión del concreto, cae significativamente debido a la pérdida de unión entre la pasta de agregado y cemento. La resistencia a la compresión de hormigón residual (prueba en frío) es generalmente menor que la resistencia a compresión de concreto relativa (pruebas en caliente). Los tiempos de exposición a temperaturas más allá de 1 h tienen un efecto sobre la resistencia a la compresión residual, pero este efecto disminuye a un nivel de temperatura de exposición incrementada, con la mayoría de la pérdida de resistencia que ocurre en las primeras 2 h. Edad del concreto es importante en la medida en que los hormigones con hidratación relativamente incompleta de cemento pueden indicar un aumento de la fuerza de la temperatura hasta 400 ° C debido a la hidratación acelerada; máxima temperatura de ensayo influye en la recuperación de la fuerza en que después de la exposición a por encima de aproximadamente 600 ° C no hay recuperación de la fuerza; proporción de cemento agregado tiene un efecto significativo en resistencia del hormigón expuesto a alta temperatura con la reducción de ser proporcionalmente menor para mezclas pobres que para las mezclas ricas los tipos de agregados parecen ser uno de los principales factores que influyen en la resistencia del concreto a alta temperatura con concreto agregado silíceo que tiene una resistencia inferior (por porcentaje) a alta temperatura que el concreto calcáreo y ligero; y especímenes estresados da como resultado la retención de resistencia a la compresión superior a alta temperatura de las muestras no acentuadas.

Módulo de Deformación

Es la propiedad mecánica de los materiales que hace que sufran deformaciones reversibles por la acción de las fuerzas exteriores que actúan sobre estas, dichas deformaciones tienen diferencias entre sus formas y dimensiones. El ensayo para la determinación del módulo de elasticidad estática del concreto se rige teniendo como principio la aplicación de la carga estática y de la correspondiente deformación unitaria producidas. En la primera fase se ubica la zona elástica,

donde el esfuerzo y la deformación unitaria pueden extenderse aproximadamente entre el 0%, 40% y 45% de su resistencia a la compresión del concreto. En la segunda fase se representa una línea curva como consecuencia de una micro fisuración que se produce en el concreto al recibir una carga, estas fisuras se ubican en la interfaz entre el agregado- pasta y está comprendida entre el 45% y 98% de la resistencia del concreto. El módulo elástico disminuye con la exposición a temperaturas elevadas debido a la rotura de enlaces en la microestructura pasta de cemento, con la reducción en el módulo elástico aumenta la medida de la velocidad de calentamiento también. La variación de valores de módulo a temperaturas de hasta 80° C es considerable, principalmente como resultado de la utilización de diferentes materiales agregados, y por encima de 100°C la disminución es lineal con el aumento de la temperatura hasta una temperatura crítica a la cual sufre un total deterioro

Generalidades del Fuego

Denominado como un conjunto de partículas y/o moléculas incandescentes de materia combustible, capaces de dar calor y visibilidad de luz, producto de la mezcla de gases incandescentes con partículas procedentes de una combustión, debido a la reacción química del óxido acelerado.

Entre sus tipologías podremos tener

Fuego tipo A: Desarrollado sobre combustibles sólidos como la madera, el cartón, papeles, etc.

Fuego tipo B: Son los fuegos en donde se involucran a los líquidos inflamables y sólidos fácilmente fundibles, dentro de este tipo podemos encontrar a los alcoholes, hidrocarburos, parafina, cera, etc.

Fuego tipo C: son los fuegos que involucran a los equipos eléctricos energizados entre ellos podemos tener a los electrodomésticos, los interruptores cajas de fusibles y herramientas eléctricas.

Fuego tipo D: son los fuegos que producen sobre los metales combustibles, este tipo de fuego es el más visto en estructuras de acero sometidas al fuego ya que suelen emitir una fuerte radiación calorífica.

Fases del Fuego Fase Inicial

Es la primera fase donde el oxígeno no se ha llegado a reducir de forma significativa, en esta fase el fuego produce vapor de agua, monóxido de carbono, dióxido de carbono además de una pequeña cantidad de dióxido de azufre adicionados otros gases, en esta fase el calor va desde los 538°C, pero la temperatura aumenta significativamente cuando se inicia el fuego a temperatura del medio ambiente.

Fase Combustible libre

Es la segunda fase de combustión que involucran las actividades de combustión del fuego, en esta fase el aire rico en oxígeno, es enviado a las llamas, cuando el calor es llevado a regiones más altas dentro de áreas confinadas, las expansiones de los gases calientes van lateralmente desde el techo hacia abajo, proporcionando la ignición de materiales esto debido a forzar el aire frío entre los niveles inferiores. Los bomberos son instruidos por el aire caliente esto debido a que se tenían que mantener en niveles bajos y utilizar equipos con protección respiratorio ya que dañan los pulmones. En los pisos superiores pueden llegar tener temperaturas de 700°C a más, cuando sigue en aumento el fuego el oxígeno libre se consume alcanzando un punto máximo llegando a reducir a una fase latente

Fase Latente

Las llamas dejan de existir si la zona es cerrada seguramente. Es así que la combustión se reduce a carbón incandescente. La zona afectada expuesta se llena completamente de gases volatiles seguido de un humo negro denso, a tal grado que la presión ocasionada puede ocasionar pequeños agujeros en el edificio. El fuego sigue activo haciendo que el local se termine de llenar de humo y gases producidos por la combustión esto cuando llega a temperaturas por encima de los 538°C, las fracciones ligeras de combustibles como el metano y el hidrogeno tienden a vaporizar debido al calor intenso producidos por los materiales combustibles que se encuentran en el área.

Normas Contra Incendios

Partiendo de la normativa nacional del Perú de la norma A.130 se les denominan a las edificaciones en dos grupos esto según su tipología con respecto a al fuego y su resistencia mínima.

Resistente al fuego:

- Estructuras y muros exteriores: 4 horas
- Tabiquería interior no portante y techos: 2 horas

Semi-resistente al fuego:

- Estructura y muros exteriores: 2 horas Tabiquería interior no portante y techos: 1 hora

Incombustibles con protección:

- Muros exteriores: 2 horas
- Techos y tabiquería interior: 1 hora

La norma ASTM E 119 define el tiempo de la resistencia al fuego de los elementos estructurales, desde el inicio del fuego hasta su extinción.

En muros, dependerá mucho del tipo de material y su espesor. Según un artículo PREVENCIÓNRIMAC nos dice que un muro falla debido a que el lado no expuesto a la lectura promedio de todas las termocuplas exceden a las temperaturas iniciales a más de 139°C o cuando las lecturas de otras

termocupla sobrepasan a la temperatura inicial a más 181°C, Las fracturas o colapso también son fallas que afectan al concreto, Cuando las temperaturas pasa los 700°C Y 950°C su resistencia a la compresión disminuye cerca del 50% al 90% de su resistencia, además cuando llega a los 300°C el acero de refuerzo queda expuesto debido al Descascaramiento o Spalling.

En columnas de concreto reforzado la resistencia está en función del espesor del concreto al que recubre el acero y el área de la sección transversal. según Inge-mecánica “Comportamiento del acero con la temperatura”, mediante una curva normalizada (Temperatura - Tiempo) de un incendio” explica mediante un ensayo de columnas expuestas a quemadores en todas las caras, el acero expuesto con una temperatura que supera los 538°C a la lectura promedio de las termocuplas esta falla, o cuando la lectura de una termocupla excedida los 649°C, empieza a cambiar el color del concreto seguido de la disminución excesiva de su resistencia del concreto. teniendo como estudio final que en un incendio normalizado con 538 °C el acero se expande, pierde resistencia y colapso de la edificación.

Pisos y techos el promedio de lectura de las termocuplas sobrepasa el promedio inicial de temperatura que va más allá de los 139°C, a esta temperatura ya se le considera falla, esto es debido a que la cara no expuesta excede las temperaturas, cuando la lectura de la termocupla excede la temperatura inicial más allá de los 181°C. la sección trasversal del elemento y al recubrimiento de concreto están en función a la resistencia del concreto pretensados y los cables pretensados. al igual que los muros, el concreto pretensado se descascará (spalling), exponiendo los cables de acero.

En las vigas de acero y de concreto reforzado con acero pueden tener dos tipos de resistencia al fuego: una temperatura crítica y otra temperatura que produce la expansión y colapso. Para vigas no se requiere la prueba de chorro de agua con manguera.

III. MÉTODO

Fases del proceso de investigación

Judd y Kenny (1981) nos mencionan que el propósito de toda investigación tiene que tener información exacta y generalizable, en donde se debe de afirmar la validez de las investigaciones realizables. El diseño de investigación será Cuasi - Experimental del tipo de investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo teniendo como nivel de investigación explicativo causal: según Pedhazur y Schmelkin. nos dicen que este tipo de investigación posee todos los elementos de un experimento excepto que los sujetos no serán asignados a los grupos, es decir que no conlleva a análisis exacto de las variables de estudio a comparación con una investigación experimental

3.1. Tipo y diseño de investigación Enfoque de investigación

Gómez nos dice que bajo un enfoque cuantitativo la obtención de datos es similar a medir y asignar números. dichos términos deben de seguir ciertas reglas tanto en objetos como eventos diversos. Es en tal sentido que esta investigación es de un enfoque cuantitativo, ya que sus variables serán medidas en base a teorías ya realizadas dentro del plazo correspondiente a su elaboración.

Tipo de investigación

Vargas Zoila (2008), nos dice que una investigación del tipo aplicada se investiga al conocimiento de las realidades mediante pruebas científicas que satisfagan su necesidad, es así que mi tema de investigación titulado Análisis del comportamiento mecánico del concreto $f'c=210$ kg/cm² expuestos a los efectos de altas temperaturas cercano de lima año 2020 se emplearan conocimientos teóricos que posteriormente serán convertidos a conocimientos prácticos esto con el fin de resolver problemas y mejorar las condiciones de vida transformándolo en una nueva innovación e invenciones para la sociedad futura.

Nivel de Investigación

Díaz Carrasco nos dice que una investigación explicativa responde el ¿por qué?, como una interrogante, en tal caso dentro de este estudio se pueden conocer hechos o fenómenos de la realidad que tienen propiedades, tipos y características, esto con el fin de ser estudiados y analizados dentro de una realidad explicativa. Es así que el nivel de esta investigación será explicativa causal ya que sus variables de estudio serán relacionadas entre sí, esto con el fin de ver el efecto que una causa en la otra

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente

- Comportamiento mecánico del concreto

Variable Independiente

- Efectos de altas temperaturas

3.3. Población, muestra, selección de la unidad de análisis

Población

Tamayo y Tamayo nos dice que la población es considerada como un fenómeno total a estudiar, donde las componentes de la población tienen características comunes de estudio y da origen a los datos de investigación.

Teniendo ese concepto en este tema de investigación la población será en el cercado de lima con un concreto patrón F'C = 210 kg/cm² expuestos al fuego con temperaturas que van desde los 100° a 1200°C.

Muestra

Tamayo y Tamayo, nos dice que la muestra se le denomina a un conjunto de personas o cosas que se obtienen de una población, para el estudio de sus fenómenos diversos.

Partiendo de ello, y con la conformidad del autor se puede decir que la muestra de estudio, es la obtención de conclusiones relevantes con dependencia al problema de estudio, Es decir que en ambos casos se tiene que tener una relación para llegar al problema de estudio. Es así que se realizó un muestreo con los acuerdos de las especificaciones dentro de ellas cumpliendo con las normas y ensayos.

Muestreo

La investigación constara de una muestra ubicada en la Av. Guillermo Dansey con Huarochirí, donde se realizarán el estudio de 26 probetas expuestas al fuego con temperaturas de 100° hasta los 1200°C, además de otras 2 probetas patrones que servirán como análisis comparativo entre las probetas expuestas y no expuestas. En esta investigación, el tipo de muestreo será no probabilística ya que se seleccionarán de manera arbitraria y consiente elementos en donde se decidirán quienes son incluidos para su elaboración.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Cerda, nos dice que existen dos tipos de recolección de fuentes de información, las de primer orden y las de segundo orden, En las de primer orden se desarrollan tanto por los hechos y personas mientras que en las de segundo orden se desarrolla por tener materiales digitales e impresos partiendo de ellos nace una información titulada las técnicas principales entre ellas se pueden apreciar a: la encuesta, entrevista, observación e internet.

Según ese contexto en esta investigación tomaremos a la técnica de observación directa estructurada como técnica primordial ya que servirá delimitar aspectos más importantes dentro de una realidad

problemática, además del desarrollo de observación realizado por mi persona con la ayuda de equipos que facilitaran su desarrollo.

Instrumentos De Recolección De Datos

Arias. nos dice que los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información, partiendo de ello. los Instrumentos de recolección de datos aplicados para este estudio van desde el comportamiento mecánico del concreto y su exposición en periodos de tiempos establecidos donde se evaluarán todos los materiales a utilizar colocándolas mediante un check list de la información dada y el resultado obtenido en el laboratorio.

Los tipos de instrumentos que se aplicaran para esta investigación son: Ensayos De Los Materiales

- Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39)
- Ensayo de resistencia a la compresión (NTP. 339.034)

Equipos

- Horno de laboratorio (tesis de recolección de datos)

3.5. Procedimientos

Todo estudio de investigación tiene que tener Validez, Según Tamayo y Tamayop.224) nos dice que validar es determinar cualitativamente y/o cuantitativamente un dato, es así que nuestra investigación consto de un tratamiento científico cuasi experimental donde el propósito es de recibir resultados que puedan ser de utilidad para todos los futuros lectores mediante los instrumentos de medición normados y calificados para su correcta evaluación

3.6. Métodos de análisis de datos

El tipo de investigación al cual será de estudio en este proyecto será el descriptivo la cual para su desarrollo se tomarán a las fichas técnicas, Instrumentos de medición de temperaturas, gráficos de estimación de la curva temperatura - tiempo de exposición y hojas de Excel para su respectivo análisis además se determinarán los índices granulométricos tanto para agregados finos y gruesos

3.7. Aspectos éticos

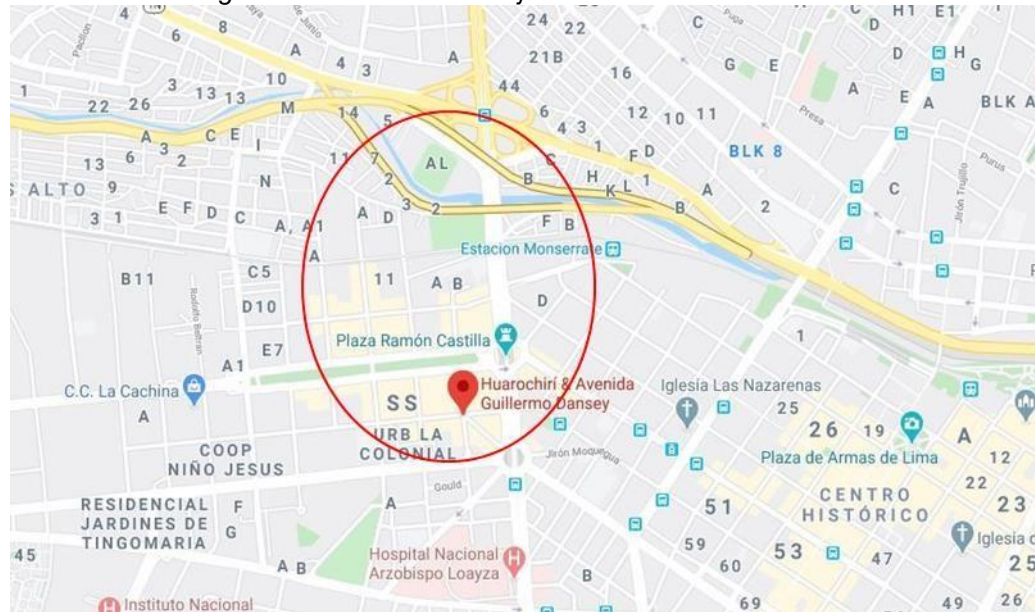
El comportamiento mecánico del concreto $f'c=210$ kg/cm² expuestos a los efectos de altas temperaturas en el cercado de lima Av. Guillermo Dansey con Huarochirí ha sido elaborado de acuerdo a una metodología que utiliza criterios rigurosos referente al objetivo y análisis de la investigación, cumpliendo con las normas establecidas y respetando cada uno de los puntos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo los enfoques intelectuales en entornos: sociales, políticos y religiosos que tengan participación en este tema de investigación

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación

Las muestras de concreto que iban a ser recolectadas se dieron a cabo en el cercado de Lima, entre la Av. Dansey con Huarochirí como se muestra a continuación

Imagen 1: Ubicación del recojo de muestras



Fuente 1: Google Maps

Las probetas a realizar tendrían una resistencia de diseño 210 kg/cm^2 de las cuales serían sometidos a las siguientes oscilaciones de temperaturas que van desde los 300°C hasta los 700°C . esto con el fin de ver su comportamiento a medida que se van exponiendo al fuego aplicando como ensayo único la resistencia a la compresión de probetas de concreto.

4.2. Recolección de datos

En esta etapa de carrera nos hemos topado cada uno de muchos estudiantes de diversas universidades del Perú con un gran enemigo que es el Sars Cov 2 a finales del mes de marzo en donde muchos de los trabajos realizados en el ciclo 2020-I por parte de las universidades se han visto en la obligación de ser dictadas mediante una computadora, obligando así a muchos estudiantes de 9no y 10mo ciclo que están realizando estudios de grado de bachiller y titulación a acceder a estas mismas plataformas de estudio. Se sabe además que

el día 11 de marzo del 2020 el presidente proclamo para todo el Perú inmovilización social obligatoria esto con el fin de disuadir la pandemia que tuvo inicio ese mes, cerrando así laboratorios de investigación en donde se realizarían los estudios respecticos a las investigaciones dadas por cada autor de tesis

Interpolación

Conocida como la interpolación lineal de newton o también llamado polinomio de interpolación en donde se puede aproximar un valor de $F(x)$ en un valor desconocido de X , para que dicha interpolación sea lineal se utilizado un polinomio de grado 1 denotándose de la siguiente forma

Imagen 2: Interpolación lineal

$$y = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$

Fuente 2: Wikipedia

Fuentes de información

En toda esta problemática se dio inicio a una nueva investigación de estudio la cual consiste en la obtención de datos mediante una técnica de análisis documental

La técnica de análisis documental es un método de estudio donde el autor desarrolla una evaluación minuciosa de los resultados dados por otros autores para posteriormente realizar una comparativa de estudio de ambos autores en donde se procede a interpolar o aplicar cualquier otro método para la recolección de datos que no se cuentan dentro de las tesis.

Análisis de estudio

En este análisis de estudio los autores con los que se trabajaran para el óptimo desarrollo del este proyecto de investigación serán Autor 1: Chauca Orlando Y Cruz Antonio y Autor 2: Oncoy Vásquez, Jenny Noemi de las cuales se realizaran análisis de la resistencia del concreto, tiempo de exposición del concreto y estado del concreto endurecido esto con el fin de analizar las nuevas comparativas entre mi estudio y el estudio a lo que los autores han podido llegar

Resultados obtenidos de los autores

En los resultados para el análisis de la resistencia a la compresión del concreto Chauca Orlando Y Cruz Antonio nos muestran los resultados que obtuvieron las 18 probetas ensayas en su tesis a ciertas temperaturas que oscilaban desde los 500°C a 800°C

Entre su desarrollo de estudio por investigar las propiedades del concreto a ciertas temperaturas se pueden observar que a los 500°C y con un concreto patrón de 214.56 kg/cm² una disminución de su resistencia de casi la mitad de su concreto patrón dando a entender que a medida el concreto es expuesto a las altas temperaturas su resistencia empieza a disminuir desfavorablemente.

En el desarrollo de sus probetas se pudo encontrar un análisis a los 28 días con una relación de agua y cemento a/c de 0.65 la cual es permisible para el desarrollo de una resistencia de diseño 210 kg/cm² ya que si se trabajase con relaciones mucho menores a la mencionadas como ejemplo el a/c de 0.45 su rango de resistencia es amplia ya que estas varían entre un 450 kg/cm² a 350kg/cm²

A continuación, se mostrará en la tabla 1: las resistencias a las que el autor ha llegado seguido de los tiempos de exposición que han pasado las probetas de concreto y el porcentaje de la disminución de la resistencia del concreto

Tabla 1: Resumen porcentual de la resistencia a la compresión del ensayo de probetas expuestas y no expuestas al fuego

Temperatura	Tiempo	Chauca Rodríguez y Cruz Córdoba.	
		F'c	F'c%
20°C	-	214.56	100
500 °C	30 min	122.74	57.2054437
550 °C	1hr	111.29	51.86894109
600 °C	1.hr 30 min	94.24	43.92244594
650 °C	2hrs	91.04	42.43102163
700 °C	2hrs 30 min	86.1	40.12863535
750 °C	3hrs	81.51	37.9893736
800 °C	3hrs y 30min	78.24	36.46532438

Fuente 3: Fuente propia

Otro de los estudios realizados a los que el autor ha podido llegar es al análisis del concreto a ciertos días establecidos.

Para su desarrollo se trabajaron alrededor de 12 probetas con una resistencia de diseño 210 kg/cm² de las cuales fueron analizadas a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

En esta fase de estudio del concreto su análisis es de mucha importancia ya que al momento de realizar las cargas axiales en las probetas de concreto mediante los ensayos de resistencia a la compresión la evaluación de su comportamiento a medida que se van efectuando los días.

Tabla 2: Resumen porcentual de la resistencia a la compresión del concreto en estados endurecidos

Estado		
Días	F'c=kg/cm ²	F'c %
7 días	136.62	63.67
14 días	187.295	87.29
21 días	198.305	92.42
28 días	214.56	100.00

Fuente 4: Fuente propia

4.3. Trabajo de laboratorio

Estado del concreto endurecido

El estado del concreto endurecido con los que se trabajaran a continuación fueron obtenidos por medio de un análisis documental a los ensayos ya realizados y presentados por los estudiantes Herrera Polino, Virgilio y Edgar Celis Ibáñez, James Jack (2018) en su tesis de investigación para obtener el título de ingeniera civil titulada “Estudio del comportamiento mecánico del concreto $F'c=210\text{kg}$ expuestos al fuego”: de la Universidad Cesar Vallejo realizado en la ciudad de Lima-Perú.

Los datos del estado del concreto endurecido que se van analizar en esta presente tesis fueron evaluados a ciertos periodos de días que van de los 7, 14, 21, 25 y 28 días aproximadamente. Los datos originales fueron obtenidos mediante el ensayo del estado del concreto endurecido en donde el autor evaluó sus resistencias frente a las edades de 7 14 y 28 días. Con el fin de ver a qué periodo de días su resistencia tienen mayor confiabilidad de estudio

Tabla 3: Estados del concreto endurecido analizados

Estado		
Días	F'c=kg/cm2	F'c %
7	160.33	72.11
14	181.67	81.71
28	222.33	100.00
HERRERA POLINO, VIRGILIO Y EDGAR CELIS IBÁÑEZ, JAMES JACK		

Fuente 5: Tesis de Herrera Polino, Virgilio y Edgar Celis Ibáñez, James Jack

Interpolando

En el desarrollo para la obtención de nuevos resultados entra a tallar el campo de un análisis matemático donde en base a una secuencia de números o también llamado conjunto salen nuevos valores con las que se pueden analizar su estudio

Ante lo mencionado nosotros evaluaremos el estado del concreto endurecido a ciertas edades no analizadas por el autor de la tesis “Estudio del comportamiento mecánico del concreto $F'c=210\text{kg}$

expuestos al fuego”, Herrera Polino, Virgilio y Edgar Celis Ibáñez, James Jack, ya que el analiza el estado del concreto a solamente 2 edades distintas de su elaboración que parten de un concreto a los 7 días y después van analizándose a los 28 días dejando de lado las otras resistencias a evaluar que son a los 14, 18, 21, y 25 días de las cuales se aplicara en mi investigación de análisis para la obtención de los resultados

Tabla 4: Estados del concreto a edades especificad del concreto

Estado		
Días	F'c=kg/cm2	F'c %
7	160.33	72.11
14	R1	F1
18	R2	F2
21	R3	F3
25	R4	F4
28	222.33	100.00

**HERRERA POLINO, VIRGILIO Y EDGAR CELIS IBÁÑEZ,
JAMES JACK**

Fuente 6: Fuente propia

Para el análisis de sus resultados se basó en los datos de Herrera Polino Virgilio y Celis Ibáñez James donde se realizó la interpolación a edades de 21 y 25 días a continuación se mostraron los resultados dados:

Resultado 1:

Imagen 3: Resultados obtenidos a los 14 días

$$R1 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$

$$R1 = 222.33 + \frac{14 - 7}{18 - 7} * (160.33 - 222.13)$$

$$R1 = 182.875 \frac{kg}{cm^2} F1 = \frac{182.875}{222.33} * 100 \rightarrow F1 = 82.25\%$$

Fuente7: Fuente propia

Resultado 2:

Imagen 4: Resultados obtenidos a los 18 días

$$R2 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$
$$R2 = 222.33 + \frac{18 - 14}{21 - 14} * (182.875 - 222.13)$$

$$R2 = 199.784 \text{ kg/cm}^2$$

$$F2 = \frac{199.784}{222.33} * 100 \rightarrow F2 = 89.859\%$$

Fuente 8: Fuente propia

Resultado 3:

Imagen 5: Resultados obtenidos a los 21 días

$$R3 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$
$$R3 = 222.33 + \frac{21 - 18}{25 - 18} * (199.784 - 222.13)$$

$$R3 = 212.667 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad F3 = \frac{212.667}{222.33} * 100 \rightarrow F3 = 95.654\%$$

Fuente 9: Fuente propia

Resultado 4:

Imagen 6: Resultados obtenidos a los 25 días

$$R4 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$
$$R4 = 222.33 + \frac{25 - 21}{28 - 21} * (212.667 - 222.13)$$
$$R4 = 216.808 \text{ kg/cm}^2$$
$$F4 = \frac{209.808}{222.33} * 100 \rightarrow F4 = 97.516\%$$

Fuente 10: Fuente propia

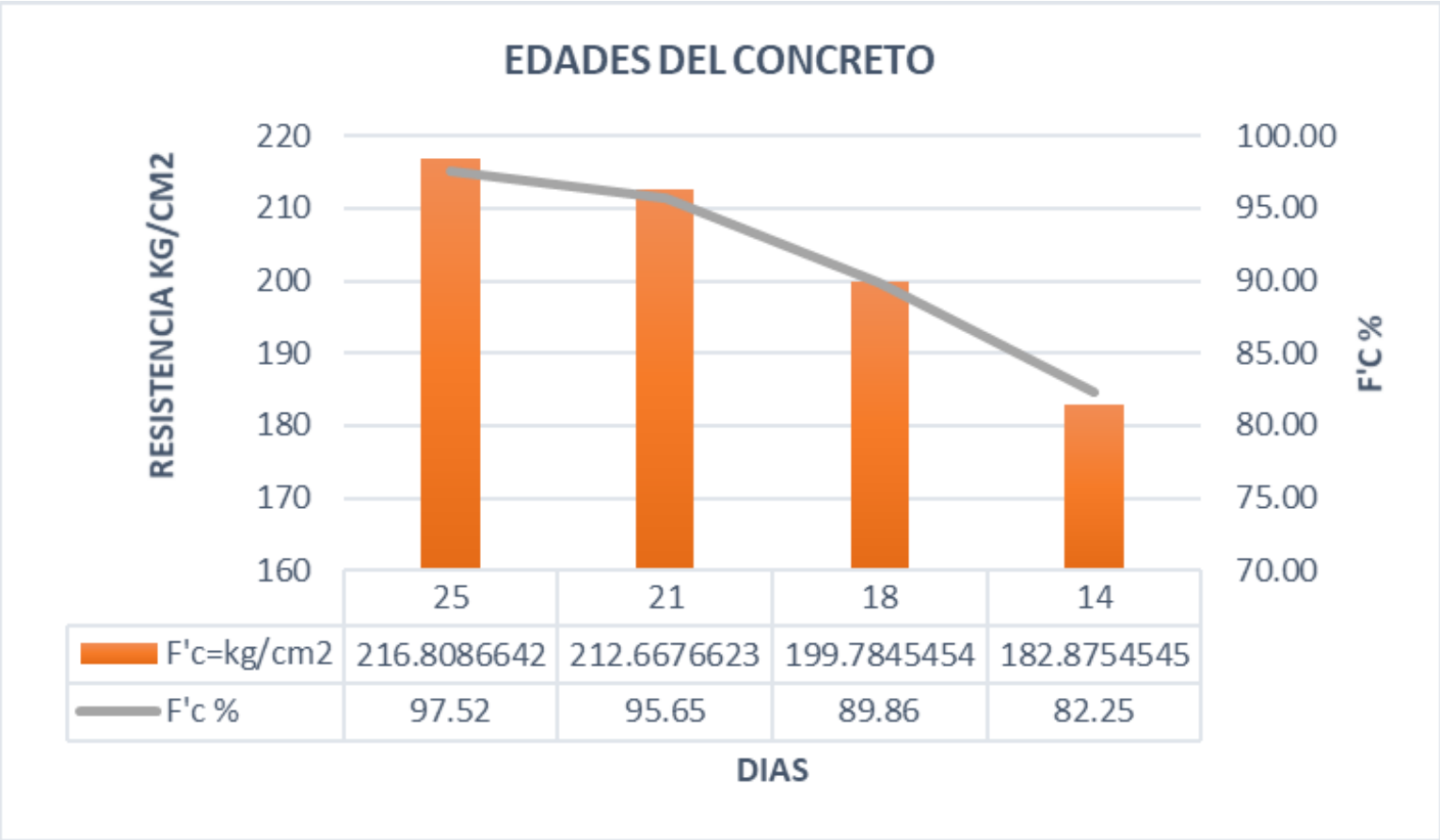
En el desarrollo de los nuevos resultados se obtuvo una nueva ficha de registro para la presente tesis en base a las distintas edades trabajadas en el concreto. cómo se puede observar en la tabla a los 21 días de haberse elaborado el concreto esta ya puede ser sometida al fuego ya que no pierde resistencia significativa como el otro concreto trabajado a los 14 días, esto es debido a que los porcentajes de análisis entre la probeta a los 21 días tiene un porcentaje de 95.654% de su resistencia del concreto patrón mientras que a los 14 días la resistencia porcentual del concreto es de 89.86% disminuyendo entre ambas edades casi un 11.64 % de la otra edad a tal punto de no asegurar una correcta respuesta certera del comportamiento real del fuego en estas estructuras de concreto.

Tabla 5: Resultados de las edades establecidas

Estado		
Días	F'c=kg/cm2	F'c %
14	182.88	82.25
18	199.79	89.86
21	212.67	95.66
25	216.81	97.516

Fuente 11: Fuente propia

Imagen 7: Diagrama del estado del concreto al someterse a la compresión



Fuente 12: Fuente propia

Propiedades Mecánicas

Las propiedades mecánicas del concreto con los que se trabajaran a continuación fueron obtenidos por medio de un análisis documental a los ensayos ya realizados y presentados por los estudiante en ese entonces Oncoy Vázquez, Jenny Noemi (2018) en su tesis de investigación para obtener el título de ingeniera civil titulada “Comportamiento de la resistencia del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido a la extinción de un incendio” de la Universidad Cesar Vallejo realizado en la ciudad de Trujillo-Perú y Chauca Rodríguez Deinner Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio en su tesis Evaluación del concreto 210 kg/cm^2 a altas temperaturas de la Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote-Perú en donde el primer autor me servirá para la obtención de datos y el segundo autor como fuente de análisis comparativa esto con el fin de ver las ventajas y desventajas del estudio

Los datos del comportamiento mecánico del concreto original fueron obtenidos mediante el ensayo de la resistencia a la compresión de tal manera que a medida que el concreto se va exponiendo al fuego esta va perdiendo resistencia significativa según la tabla

Tabla 6: Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm^2

Temperatura	Oncoy Jenny	%
20°C	232.25	100
350°C	227.59	97.99
450°C	175.67	75.64
550 °C	139.66	60.13
650 °C	116.1	49.99
750 °C	102.67	44.21

Fuente 13: Tesis de Oncoy Vázquez, Jenny Noemí

Interpolando

En el desarrollo para la obtención de nuevos resultados entra a tallar el campo de un análisis matemático donde en base a una secuencia de números o también llamado conjunto salen nuevos valores con las que se pueden analizar un estudio

Ante lo mencionado nosotros evaluaremos al concreto a ciertas temperaturas no analizadas por la autora de la tesis “Comportamiento de la resistencia del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido

a la extinción de un incendio”, Oncoy Vásquez, Jenny Noemi, ya que ella analiza el concreto a temperaturas que parten de un concreto patrón y después van analizándose a temperaturas de 350°C, 450°C,550°C,650°C Y 750°C dejando de lado las otras resistencias a evaluar que son los 300°C,400°C,500°C,600°C Y 700°C de las cuales aplicare en mi investigación de análisis para la obtención de los resultados

Tabla 7: Análisis de la resistencia del concreto-Interpolación

Temperatura	F'c= kg/cm2
20	232.25
300	R1
350	227.59
400	R2
450	175.67
500	R3
550	139.66
600	R4
650	116.1
700	R5
750	102.67

Fuente 14: Elaboración propia

En la elaboración de los resultados se realizó en base a la fórmula matemática de interpolación lineal. Dando los siguientes resultados.

Primer resultado:

Imagen 8: F'c del concreto expuesto a 300°C

$$R1 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$

$$R1 = 232.25 + \frac{300 - 20}{350 - 20} * (227.59 - 232.25)$$

$$R1 = 228.296 \text{ kg/cm}^2 \quad F1 = \frac{228.296}{232.25} * 100 \rightarrow F1 = 98.29\%$$

Fuente 15: Fuente propia

Segundo resultado:

Imagen 9: F'c del concreto expuesto a 400°C

$$R2 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$
$$R2 = 227.59 + \frac{400 - 350}{450 - 350} * (175.67 - 227.59)$$
$$R2 = 201.63 \text{ kg/cm}^2$$
$$F2 = \frac{201.63}{232.25} * 100 \rightarrow F2 = 86.82\%$$

Fuente 16: Fuente propia

Tercer resultado:

Imagen 10: F'c del concreto expuesto a 500°C

$$R3 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$
$$R3 = 175.67 + \frac{500 - 450}{550 - 450} * (139.66 - 175.67)$$
$$R3 = 157.665 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$
$$F3 = \frac{157.665}{232.25} * 100 \rightarrow F3 = 67.89\%$$

Fuente 17: Fuente propia

Cuarto resultado:

Imagen 11: F_c del concreto expuesto a 600°C

$$R4 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$
$$R4 = 139.66 + \frac{600 - 550}{650 - 550} * (116.1 - 139.66)$$
$$R4 = 127.88 \text{ kg/cm}^2$$
$$F4 = \frac{127.88}{232.25} * 100 \rightarrow F4 = 55.06\%$$

Fuente 18: Fuente propia

Quinto resultado:

Imagen 12: F_c del concreto expuesto a 700°C

$$R5 = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$
$$R5 = 116.1 + \frac{700 - 650}{750 - 650} * (102.67 - 116.1)$$
$$R5 = 109.385 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$
$$F5 = \frac{109.385}{232.25} * 100 \rightarrow F5 = 47.097\%$$

Fuente 19: Fuente propia

Después de analizar los nuevos valores estas pasan a formar parte de una ficha de registro para esta presente tesis, esto con la finalidad de detallar el proceso de exposición del concreto por las altas temperaturas entre el análisis de esta tesis con los autores: Chauca Rodríguez Deinнер Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio

Tabla 8: Resumen porcentual de la F'c del concreto

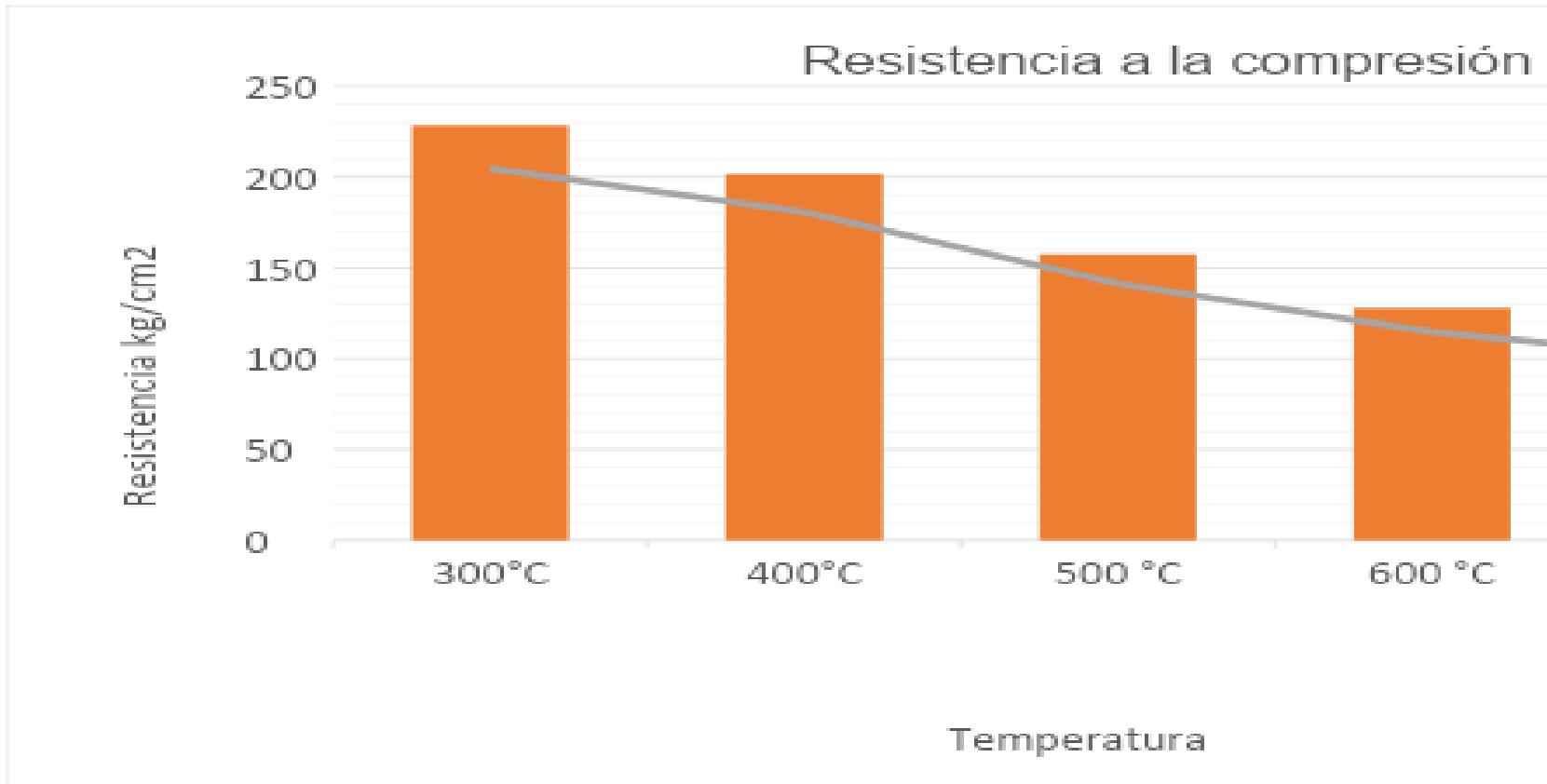
Temperatura	F'c= kg/cm2	F'c %
300 °C	228.296	98.30°%
400 °C	201.63	86.82°%
500 °C	157.665	67.89°%
600 °C	127.88	55.06°%
700 °C	109.385	47.10°%

Fuente 20: Fuente propia

Partiendo de la tabla mostrada se realizó un gráfico de análisis de estudio donde se pudo observar la variación de la resistencia del concreto a medida que estas se van exponiendo al fuego: A continuación, la siguiente grafica de sus resistencias a medida que van siendo sometidas a las altas temperaturas.

En la Imagen 4 se muestran las variaciones del comportamiento del concreto a medida que estas son expuestas al fuego como se visualiza en el desarrollo de los resultados a 300°C el concreto no pierde demasiada resistencia expuestas al fuego ya que como se puede observar en la gráfica su resistencia de 228.296 kg/cm2 no varía significativamente del concreto patrón de 232.25 kg/cm2 a medida que se aumentaron las temperaturas en el concreto partiendo desde las oscilaciones de 400°C hasta los 750°C ya empezaban a disminuir rápidamente sus resistencias dando así a entender que a los 400°C el concreta empieza a sufrir pérdida significativa de resistencia haciéndola inestable sísmicamente

Imagen 13: Resumen de la variación del concreto frente a altas temperatura



Fuente 21: Fuente propia

Tiempo de exposición

Los tiempos de exposición con los que se trabajaran a continuación fueron obtenidos por medio de un análisis documental a los ensayos ya realizados y presentados por la estudiante en ese entonces Chauca Rodríguez Deiner Orlando y Cruz Córdova. Marco Antonio (2018) en su tesis de investigación para obtener el título de ingeniera civil titulada “Evaluación del concreto $F_c=210$ kg/cm² a altas temperaturas” de la Universidad Nacional del Santa en la ciudad de Chimbote-Perú.

Los datos del tiempo de exposición del concreto original fueron obtenidos mediante la aplicación del ensayo de la resistencia a la compresión que el autor analizo a cierto periodo de tiempo que van desde los 500°C hasta los 800°C en base a ello el tiempo de exposición de esta tesis será analizada con temperaturas que van desde los 500°C hasta los 750°C, obteniendo todos los resultados se analizara el tiempo de exposición del autor Chauca Rodríguez Deiner Orlando y Cruz Córdova. Marco Antonio con la nuestra dándonos la siguiente tabla

Tabla 9: Análisis del tiempo de exposición del concreto

Resistencia Fc	Tiempo
232.25	0
228.296	R1
227.59	10
201.63	R2
175.67	20
157.665	R3
139.66	60
127.88	R4
116.1	120
109.385	R5
102.67	180

Fuente 22: Fuente propia

Interpolación

Para analizar el tiempo de exposición de las resistencias encontradas se procedió a interpolar para obtener los valores del tiempo efectuado.

Primer resultado

Imagen 14: Tiempo de exposición del concreto a 300°C con un $F'c = 232.25 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{x_2 - x_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{y - y_1}$$
$$\frac{227.59 - 232.25}{228.296 - 232.25} = \frac{10 - 0}{R1 - 0}$$
$$R1 = 8.48 \rightarrow R1 = 9 \text{ min}$$

Fuente 23: Fuente propia

Segundo resultado

Imagen 15: Tiempo de exposición del concreto a 400°C con un $F'c = 227.59 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{x_2 - x_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{y - y_1}$$
$$\frac{175.67 - 227.59}{201.63 - 227.59} = \frac{20 - 10}{R2 - 10}$$
$$R2 = 15 \text{ min}$$

Fuente 24: Fuente propia

Tercer resultado

Imagen 16: Tiempo de exposición del concreto a 500°C con un F'c = 175.67 kg/cm²

$$\frac{x_2 - x_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{y - y_1}$$
$$\frac{139.66 - 175.67}{157.665 - 175.67} = \frac{60 - 20}{R3 - 20}$$
$$R3 = 40min$$

Fuente 25: Fuente propia

Cuarto resultado

Imagen 17: Tiempo de exposición del concreto a 600°C con un F'c = 139.66 kg/cm²

$$\frac{x_2 - x_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{y - y_1}$$
$$\frac{116.10 - 139.66}{127.88 - 139.66} = \frac{120 - 60}{R4 - 60}$$
$$R4 = 90min$$

Fuente 26: Fuente propia

Quinto resultado

Imagen 18: Tiempo de exposición del concreto a 700°C con un F'c = 116.1 kg/cm2

$$\frac{x_2 - x_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{y - y_1}$$
$$\frac{102.67 - 116.1}{109.385 - 116.1} = \frac{180 - 120}{R5 - 120}$$
$$R5 = 150min$$

Fuente 27: Fuente propia

Comparativa de estudio

Como se pudo observar las resistencias dadas en el concreto patrón del autor Chauca Rodríguez después de expuestas al fuego son muy reducibles a medida que estas se van efectuando en el fuego esto es debido a que su concreto patrón fue analizado a los 214.56 kg/cm2 sobrepasando solo un 4.56 % de su resistencia de diseño en cambio a la resistencia efectuada por mi persona tubo un concreto patrón de 232.35 kg/cm2 sobrepasando casi un 22.35 % de su diseño a elaborar haciéndola más confiable al momento de realizar los ensayos del concreto a altas temperaturas.

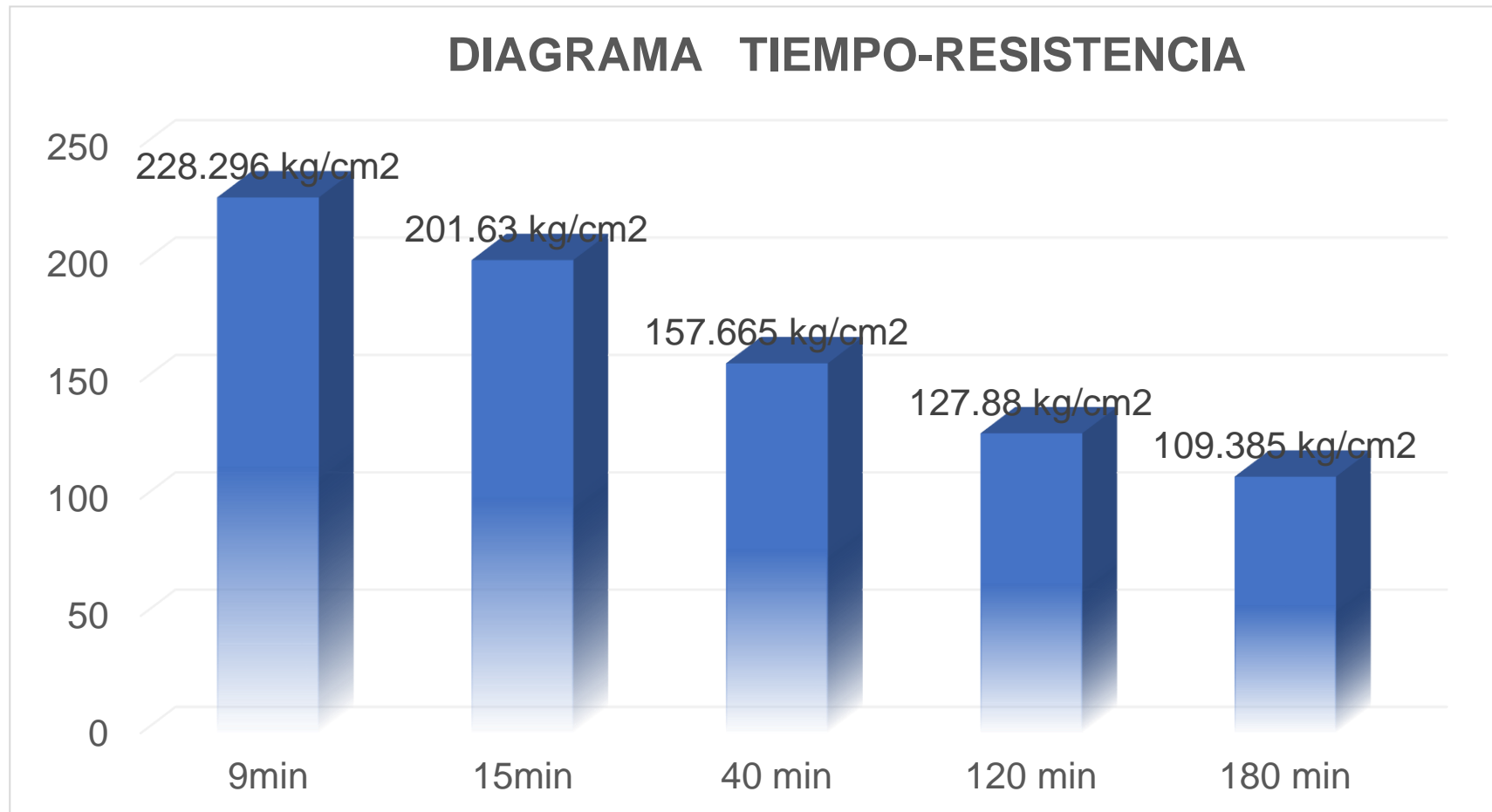
Teniendo en cuenta la tabla mostrada se realizó una gráfico interactivo entre las variaciones de la resistencia a medida que se van exponiendo las muestras de concreto al fuego entre el autor Chauca Rodríguez y mi persona

Tabla 10: Recolección de los nuevos datos

Temperatura	Tiempo	F'c	F'c (%)	Variación F'c (%)
300 °C	9min	228.296	98.297	1.7024
400 °C	15min	201.63	86.815	13.18
500 °C	40 min	157.665	67.886	32.11
600 °C	120 min	127.88	55.061	44.93
700 °C	180 min	109.385	47.098	52.9

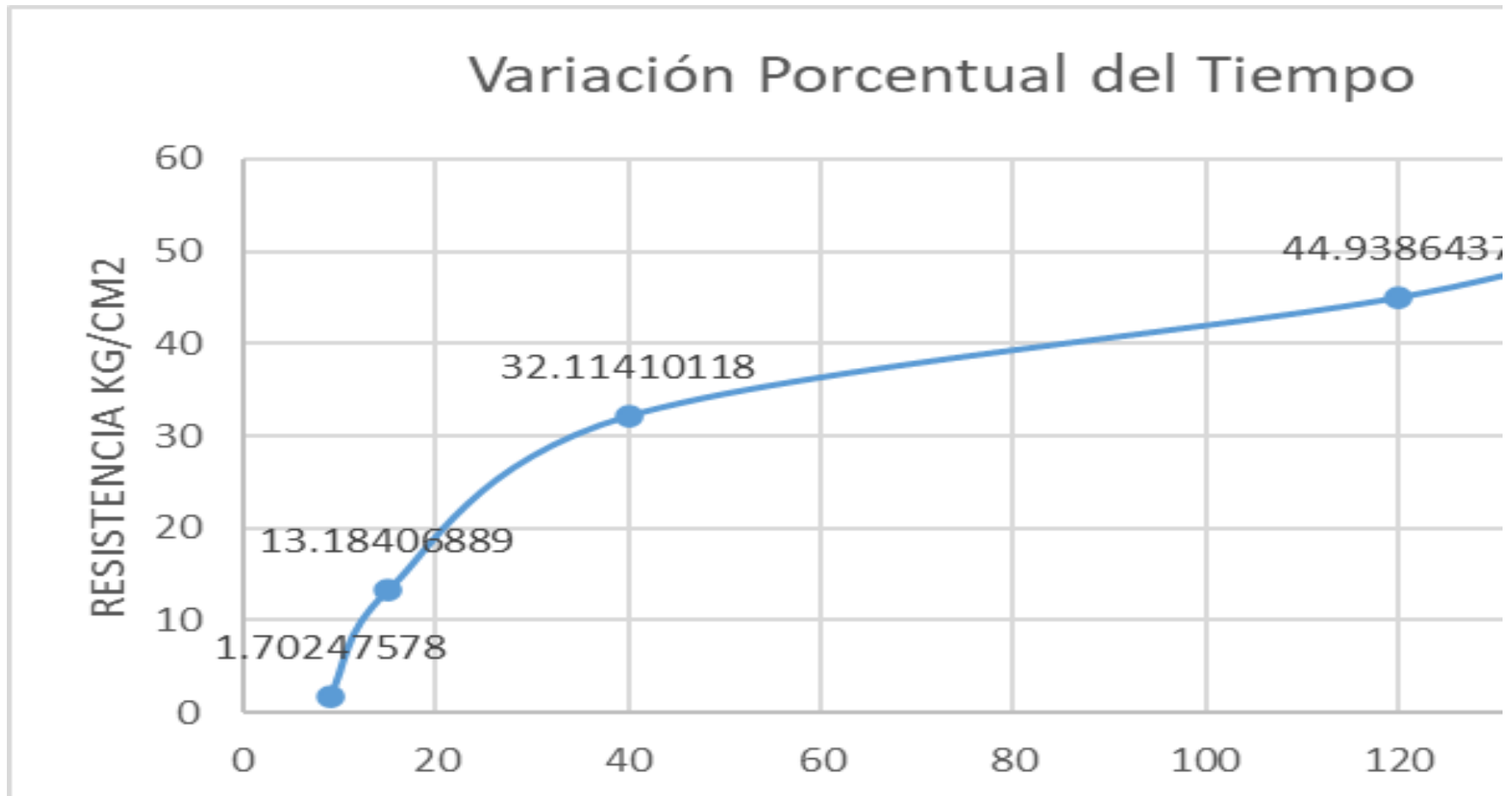
Fuente 28: Fuente propia

Imagen 19: Diagrama Tiempo - Resistencia



Fuente 29: Fuente propia

Imagen 20: Diagrama porcentual entre el tiempo y la variación de las resistencias obtenida



Fuente 30: Fuente propia

En la imagen 19 se mostró de como el tiempo de exposición del fuego en las estructuras de concreto si influyen significativamente a tal punto de ser vulnerables sísmicamente. Como se puede apreciar en la gráfica a mayor resistencia de diseño esta tiende a durar más expuestas al fuego ya que como se dio el caso del autor Chauca Rodríguez Deiner y Cruz Córdova Marco solo evaluaron al concreto con un diseño que solo sobrepasa un 4.56% de esta misma mientras que en esta investigación para poder ser más concisos se analizó a una resistencia de diseño e 232.35 kg/cm² la cual tuvo un 22.35% más de confiabilidad de estudio.

En la imagen 20 se presenta mediante una curva la variación de las resistencias con respecto al tiempo establecido donde se puede encontrar las diferenciaciones entre las temperaturas que van desde los 300°C a 700°C, su desarrollo consta de la resta del concreto como su 100% con la resistencia porcentual obtenida a cada temperatura, se puede apreciar que a los 30 min con un temperatura de 500°C una disminución significativa de la resistencia del concreto dando a entender que a los 30 min de su exposición la resistencia del concreto baja significativamente

V. DISCUSIÓN

5.1. Determinar el estado del concreto endurecido

Antecedente: Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio (2014). En su investigación analizó las edades del concreto a 7, 14, 21 y 28 días obteniendo bajas resistencias entre los 7, 14 y 21 días a comparación de los 28 días de su curado del concreto, con un porcentaje de disminución que van desde un 63.97% a 92.43%,; en el desarrollo de esta presente tesis se analizó el concreto a edades de 14, 18, 21 y 25 días, obteniéndose bajos resultados de resistencias entre los días 14 días y 18 días y un aumento a los 21 días y 25 días de su concreto patrón 222.33% como su 100%.

Hipótesis: el estado del concreto endurecido serán afectados por las altas temperaturas en el cercado de lima año 2020 Por medio de los ensayos de resistencia a la compresión se confirmó que a los 21 días y 25 días de su elaboración el concreto presenta mejor resistencia a la compresión que a edades de 14 y 18 días, esto es debió a que su resistencia a los 21 días supera por un 2.7% de la resistencia de diseño patrón 210 kg/cm² haciéndola accesible para su desarrollo ante las altas temperaturas.

Pregunta: ¿En qué medida el estado del concreto endurecido se ve afectada por las altas temperatura en el cercado de lima año 2020? A medida que el concreto es elaborado y evaluado a los 14 días y 18 días se pudo observar las bajas resistencias que estas presentaban a comparación de los 21 y 25 días. En los ensayos de la resistencia a la compresión para ciertas edades del concreto que van desde los 14 días a 18 días con las siguientes resistencias de 182.9 kg/cm² y 199.8 kg/cm² con resistencias porcentuales que van de un 82.3% y 89.9%, obteniéndose una disminución ante el concreto patrón 210 como su 100% y a edades de 21 días y 25 días con resistencias porcentuales que van de un 212.7 kg/cm² y 216.8 kg/cm² obteniéndose un aumento de resistencia del 2.66 % a los 21 días y un 6.8% a los 25 días confirmando su viabilidad de estudio para ser expuestas a los 21 días.

Consideraciones: Al realizar la búsqueda de análisis documental en los repositorios universitarios y en artículos científicos no se encontró tesis con influencia de un concreto patrón a los 28 días con una resistencia de 232.35 kg/cm² para el desarrollo del estado del concreto endurecido tanto a los 14, 18, 21 y 25 días. En su reemplazo se ubicó y utilizó una resistencia de 222.33 kg/cm² resistencia óptima que no afecta a la resistencia de diseño 210 kg/m² y que además no altera el comportamiento del concreto patrón 232.35 kg/cm² ya que solo tiene una disminución del 10% entre ambos concretos a los 28 días.

5.2. Determinar las propiedades mecánicas

Antecedente: Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio (2014) en su investigación se realizó el estudio de las propiedades mecánicas en estructuras de concreto frente al fuego mediante ensayos de resistencia a la compresión con temperaturas que van desde los 500°C hasta los 800°C, obteniéndose una disminución significativa de su resistencia a los 500°C con una resistencia porcentual del 57.2% de su resistencia al 100%; mientras que en esta presente tesis se analizó la influencia de las propiedades mecánicas del concreto ante las altas temperaturas que van desde los 300 hasta los 700°C, mediante ensayos de resistencia a la compresión, obteniéndose una disminución significativa de la resistencia a los 400°C, confirmando mejores resultados a medida que se van exponiendo al fuego

Hipótesis. Las propiedades mecánicas del concreto serán afectadas por las altas temperaturas en el cercado de lima año 2020. Por medio de los ensayos de resistencia a la compresión y su proceso de exposición de las probetas de concreto se confirmó que a 400°C el concreto empieza a perder resistencia significativa, incrementando la confiabilidad de estudio de trabajar con resistencias del concreto f_c mucho mayores que lo establecido, esto con el fin de salvaguardar a las estructuras de concreto ante un evento sísmico

Pregunta. ¿En qué medida las propiedades mecánicas del concreto se ven afectadas por las altas temperaturas en el cercado de lima año 2020? A

medida que la resistencia del concreto es evaluado a temperaturas que van desde los 300°C hasta los 700°C, mediante ensayos de resistencia a la compresión, se pudo observar la disminución excesiva a los 400°C, con una resistencia del 201.63 kg/cm² y una disminución porcentual del 86.8% del 100% de su concreto patrón, obteniéndose una baja resistencia a esta temperatura, a los 700°C la disminución de su resistencia disminuye en un 47.1% del 100% de su resistencia patrón, confirmando así las disminuciones de resistencia a medida que son expuestas a las altas temperaturas

5.3. Determinar el tiempo de exposición

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio (2014) en su investigación expusieron 28 probetas de concreto al fuego en tiempos que van desde los 30 min hasta las 3hrs y 30min con temperaturas entre los 500°C hasta los 800°C obteniéndose una variante porcentual de su resistencia a los 30min expuesto a 500°C un valor de 42.8% y un 59.87% a las 2hrs 30min valores sumamente desfavorable; en esta presente investigación se analizó el tiempo de exposición del concreto por las altas temperaturas que van desde los 9min hasta las 2hrs y 30min, confirmando mejor variación porcentual de la resistencia del concreto a los 30min con un 32.1% y mejor variación porcentual a los 700°C con un 52.9%.

Hipótesis. Las influencias del tiempo en el concreto serán afectadas por las altas temperaturas en el cercado de lima año 2020. Por medio de los ensayos de resistencia a la compresión, se confirmó que la influencia del tiempo si importaba a media que las temperaturas penetraban el concreto, a los 9min con una temperatura de 300°C su influencia es leve ya que solo tiene una variante porcentual de su resistencia del 1.7% y a 2hrs y 30min con una temperatura de 700°C la variante porcentual de su resistencia aumenta en el 52.9% haciéndola inestable sísmicamente

Pregunta. ¿En qué medida las influencias del tiempo del concreto se ven afectadas las altas temperaturas en el cercado de lima año 2020? A medida que las temperaturas penetran en el concreto la influencia del tiempo va siendo influyente, a los 9min de exposición el concreto pierde alrededor del

3.9 kg/cm² de su resistencia patrón y a 2hrs y 30min de exposición pierde alrededor del 122.9 kg/cm² de su resistencia, confirmándose que a medida pasa el tiempo el concreto pierde resistencia de hasta un 52.9% de su resistencia porcentual del 100%.

VI. CONCLUSIONES

Se resolvió que, el comportamiento mecánico del concreto va disminuyendo a medida que estas se exponen a las altas temperaturas, de tal manera se han podido observar mejoras positivas en sus comportamientos mecánicos: al aumentar la dosificación de resistencia del concreto patrón con la del diseño 210 kg/cm², mejoras variaciones porcentuales del tiempo de exposición del concreto y mejoras resistencias a ciertas edades para el análisis de su estudio en comparativa con los estudios dados por Chauca Rodríguez Deiner, Orlando y Cruz Córdova, Marco Antonio..

Se estableció la dependencia de las resistencias del concreto a ciertas edades para posteriormente ser analizadas en los ensayos de resistencia a la compresión, observando en sus comportamientos mejoras resultados a los 21 días y 25 días de su elaboración. con una resistencia de 212.7kg/cm², con un aumento del 2.7% de la resistencia de diseño 210kg/cm² y a los 25 días de su elaboración, con una resistencia de 216.8kg/cm² y un aumento del 6.8% de la resistencia de diseño 210kg/cm², confirmándose la aplicación de estas probetas para el análisis de estudio ante las altas temperaturas.

Se determinó que las propiedades mecánicas del concreto si son afectadas por las altas temperaturas, mediante ensayos de resistencia a la compresión se determinó que a 400°C la resistencia del concreto empieza a ser desfavorable, ya que su resistencia disminuye en un 86.8% del concreto patrón de estudio como su 100%, confirmándose las bajas resistencias desde este punto.

Se determinó que el tiempo de exposición de las altas temperaturas si influyen de manera negativa en el comportamiento mecánico del concreto, según ensayos de resistencia a la compresión de probetas a los 28 días de su elaboración con tiempos que van desde 9min hasta las 2hrs y 30min una variación porcentual de la resistencia del 1.7% valor no alterante y un 52.9% valor alterante para su estudio, confirmándose una variación porcentual ($f_c(\%)$ expuesta/ f_c patrón) aumenta a medida van aumentando las temperaturas

VII. RECOMENDACIONES

En la presente investigación al elegirse edades de 14 días, 18 días, 21 días y 25 días en todas estas se pudo observar que a los 14 días el concreto tiene una resistencia de 182.9 kg/cm² haciéndola no apto para su desarrollo, Se confirmó que solamente es posible analizar su concreto con 100% de confiabilidad a los 28 días ya que los otros solamente cumplen hasta un 97.5% de su resistencia a los 25 días, por lo que se recomienda utilizar un concreto a los 28 días de haberse elaborado esto con el fin de desarrollar mejores resultado a medida que se van exponiendo al fuego ya que las otras edades de 7días a 25días solamente llegan a tener una resistencia porcentual del 82.3% y 97.5% de su resistencia porcentual al 100%.

De acuerdo a la presente investigación al analizar las propiedades mecánicas del concreto mediante ensayo de resistencia a la compresión, se obtuvo que a los 400°C su resistencia del concreto patrón disminuye en un 86.8% del 100% de su resistencia patrón 232.25 kg/cm², confirmándose desde esta temperatura la disminución significativa de su resistencia, y a medida que se van exponiendo más temperatura en el concreto estas siguen disminuyendo su resistencia, por lo que se recomienda para futuras tesis analizar el comportamiento mecánico del concreto con un $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y ver su comportamiento a 400°C

En la presente investigación al analizar el tiempo de exposición de las probetas al fuego que van desde los 5 min hasta las 2hrs y 30 min, se obtuvo una variación de las resistencias del 1.7% a los 5min valor mínimo que no afecta en nada la resistencia del concreto y un 52.9% a las 2hrs y 30min valor que afecta a un 50% la resistencia concreto, por lo que se recomienda en futuras investigaciones, tomar al tiempo como un agente de análisis de estudio que brinde datos realísticos del comportamiento que presente el concreto a horas extremas que van desde las 3hrs para adelante.

REFERENCIAS

Oncoy Vázquez Jenny Noemi, En su tesis para obtener el título de ingeniera civil: *“Comportamiento de la resistencia del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido a la extinción de un incendio”* Universidad Cesar Vallejo en la ciudad de Trujillo-Perú

Aguinaga Sánchez Giancarlos Gonzalo (2019), Tesis para optar el título de ingeniero civil titulado: *“Mitigación de los efectos negativos en el concreto $F'c=210\text{ kg/cm}^2$ producidos por las altas temperaturas”* en la ciudad de Tarapoto-Perú

Herrera Polino Virgilio Edgar y Celis Ibáñez James Jack (2018), En su tesis por obtener el título de ingeniero civil: *“Estudio del comportamiento mecánico del concreto $F'c=210\text{kg}$ expuestos al fuego”*, de la Universidad Cesar Vallejo en la ciudad de Lima – Perú

Mark Huincho Salvatierra (2017), En su tesis para obtener el título de ingeniero civil: *“Evaluación de la resistencia mecánica del concreto sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo”* Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio (2014), En su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil: *“Evaluación del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ a altas temperaturas”*. Nuevo Chimbote – Perú

Eduardo de J. Vidaud Quintana (2014), En un artículo científico titulado: *“Construcción y tecnología del concreto, Resistencia y deformabilidad en compresión de concretos afectados por las altas temperaturas”*. México

H. Cifuentes, J.D. Ríos C. Leiva, F. Medina (2015). En un artículo científico titulado: *“influencia del tiempo de exposición a altas temperaturas en el comportamiento en fractura de hormigones autocompactantes reforzados con fibras”*. De la Universidad de Sevilla en España

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos Y Baptista, Pilar. En el libro titulado: *“metodología de la investigación”*. Santa Fe: mcgrawhill, 2010. 978-607-15-0291-9

Jihwan Kim, Gyu Phil Lee, Do Young Moon, Materiales de construcción. Pag 182-191 *“Evaluación de las propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibra de acero expuesto a altas temperaturas mediante prueba de doble punzón”*.

Maciej Ziolek, en su artículo científico titulado *“Resistencia al fuego en elementos de estructurales prefabricados hechas de hormigón armado”*, España

Muhammad Tufail Khan Shahzada Estructuras y Materiales de Concreto. Islam

Nabi Yuser, Fevziye Akos, Leyla Dokuzer Ozturk, Investigación de cemento y concreto. Pag 1803-1807 *“Resistencia a la compresión – Relación de cambio de color en morteros a alta temperatura*

Ortiz, J. En su estudio experimental para obtener el grado doctoral titulado *“la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado”* Universidad Politécnica de Catalunya, En la ciudad de Barcelona, España, 2005.

Neville, A.M. y Brooks, J.J. Tecnología del Concreto. Editorial Trillas. México

D.F. 1998.

Larry Lynch Vicecomandante del cuerpo de bomberos del Perú, Análisis de los daños ocasionados por incendios en lima y callao entre el año pasado y este. Lima, 2018

Riva López Enrique, Diseño de Mezclas; Editorial Hozlo S.C.R.L, Perú, 1999

Sandoval Ocaña, Guillermo. Apuntes de Clase del Curso de Tecnología del Concreto. Universidad de Piura. Piura – Perú.

Rico Rodríguez. Juárez Badillo: Tópicos de Tecnología del Concreto. Ediciones: Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional, 2da Edición 1998.

Wilson Silva, Daniel Torrealva, Luis Zegarra, Determinación de la Resistencia al Fuego de Estructuras de Concreto Armado; Departamento de Ingeniería Pontificia Universidad Católica del Perú 2000.

Diario Perú21 (2017), Daños ocasionados en el incendio de mesa redonda. Lima- Perú.

Pasquel Carbajal, Enrique. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional. 1998

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Propiedades del Concreto. Conceptos Básicos del Concreto. Ciudad de México: IMCYC, 2016.

NTP 339.034 Resistencia a la Compresión

Norma ASTM C 39 Resistencia A La Compresión

Norma ACI 318.08

Reglamento Nacional de Construcción. NTE E.060–Concreto Armado. 2019.

Reglamento Nacional de Construcción. NTE A130– Requisitos de seguridad 2019

Reglamento Nacional de Construcción. NTE E.030– Diseños Sismorresistentes 201

ANEXOS



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Análisis del comportamiento mecánico del concreto $f'c=210$ kg/cm² expuestos a efectos de altas temperaturas - cercado de lima año 2020

AUTOR:

Maldonado Villafane, Fernando Elvis (0000-0002-7173-260)

ASESOR:

Mg. Ing. Minaya Rosario Carlos Danilo (0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico - estructural

Resumen de coincidencias

23 %

< >

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 %	>
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %	>
3	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
6	prevencionrimac.com Fuente de Internet	1 %	>
7	M. Ziolk. "Resistencia ... Publicación	1 %	>

-
-
-
- 23**
-
-
-
-

“Análisis del comportamiento mecánico del concreto F´c=210kg/cm2 expuesto a efectos de altas temperaturas -Cercado de Lima año 2020”

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p align="center">VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Efectos de las altas temperaturas</p>	<p>Según Heikal en su revista: Análisis del concreto a altas temperaturas (2000), Cuando aumenta la temperatura, el agua en la superficie del concreto y el agua capilar se pierde, y este proceso se acelera por las fuerzas cohesivas reducidas entre las moléculas de agua debido a la expansión del agua. Cuando hay presencia de fuego (Hager – 2013) explica que temperaturas de 105° C el agua libre comienza a evaporarse rápidamente en un rango de temperatura de (80° a 150° C) se produce la descomposición de etrígita seguida de la composición del yeso entre (150° a 170° C), cuando la temperatura alcanza los 300°C, el agua químicamente unida comienza a evaporarse a su vez comienza a disminuir la resistencia a la compresión del concreto. más allá de 400°C la resistencia del concreto disminuye debido a la degradación de calcio-sílice-hidrato (C-S-H) y después de los 600° a Por lo tanto, la temperatura critica del concreto varía entre 400° a 900° C en este rango el concreto pierde en gran parte su resistencia.</p>	<p>La exposición de los efectos de las altas temperaturas será evaluada en el análisis tanto de la curva temperatura tiempo y sus tipologías de prueba para ello se recogerán datos observables con sus respectivas características mediante datos que satisfagan su uso entre ellos tendremos al analisis documental como instrumento principal para su estudio donde se aplicarán respectivas fichas de observación, fichas técnicas y fichas de recoleccion de datos.</p>	<p>Resistencia tiempo</p> <p>tipologia de prueba</p>	<p>Norma A130 Norma ASTM E 119</p> <p>Fase Inicial Fase de temperaturas máximas Fase de extinción</p>	<p>Fichas de observacion</p> <p>Fichas tecnicas</p> <p>Fichas de recoleccion de datos</p>

“Análisis del comportamiento mecánico del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a efectos de altas temperaturas -Cercado de Lima año 2020”

<p align="center">VARIABLE DEPENDIENTE Comportamiento mecánico del concreto</p>	<p>Larry Lynch Vicecomandante del cuerpo de bomberos del Perú nos explica que este año se ha incrementado en un 20% al periodo anterior en los 4 primeros meses del comienzo de este año fuertes incendios en lima y callao además recalco que estos siniestros se producen por la dejadez de los municipios por realizar fiscalizaciones y controles si retomar las mismas actividades semanalmente o también por la viveza de parte de los dueños de los locales clausurados que hacen que cuando estas entidades se marchen vuelvan a operar de forma clandestina trayendo consigo problemas ilegales.</p>	<p>El comportamiento mecánico del concreto se evaluará tomando en cuenta las propiedades mecánicas, la influencia del tiempo de exposición y su estado del concreto endurecido, considerando sus detalles y/o atributos observables con una valorización registrada mediante fichas de observación, fichas técnicas y/o fichas de recolección de datos.</p>	<p>Propiedades Mecánicas</p> <p>Influencia del tiempo</p> <p>Estado del concreto endurecido</p>	<p>Resistencia a 300°C Resistencia a 500°C Resistencia a 700°C</p> <p>Exposición a 5min Exposición a 15min Exposición a 30min Exposición a 1hr 30min Exposición a 2hrs 30min</p> <p>Edad a los 14 días Edad a los 18 días Edad a los 21 días Edad a los 25 días</p>	<p>NTP. 339.034 Ensayo de resistencia a la compresion</p> <p>NTP. 339.034 Ensayo de resistencia a la compresion</p> <p>NTP. 339.034 Ensayo de resistencia a la compresion</p>
---	---	---	---	---	---

“Análisis del comportamiento mecánico del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ expuesto a efectos de altas temperaturas -Cercado de Lima año 2020”

MATRIZ DE CONSISTENCIA									
OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS GENERAL	HIPOTESIS ESPECIFICO	PROBLEMA GENERAL	PROBLEMAS ESPECIFICOS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOS
Analizar el comportamiento mecánico del concreto $f'c$ 210kg/cm ² sometido a las altas temperaturas en el cercado de lima Año 2020	Determinar en qué medida el estado del concreto endurecido es afectado por las altas temperaturas en el cercado de lima año 2020	El comportamiento mecánico del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ será afectado por las altas temperaturas en el cercado de lima Año-2020	El estado del concreto endurecido serán afectados por las altas temperaturas en el cercado de lima Año 2020.	En qué medida el comportamiento mecánico del concreto $f'c$ 210kg/cm ² se ve afectado por la exposición de altas temperaturas en el cercado de lima Año 2020	En qué medida las propiedades mecánicas del concreto se ven afectadas por las altas temperaturas en el cercado de lima Año 2020	VARIABLE INDEPENDIENTE Efectos de las altas temperaturas	Resistencia tiempo	Norma A130 Norma ASTM E 119	Diseño de investigación: Experimental Tipo de investigación: Aplicativa Nivel de investigación: Explicativa - Causal Enfoque de investigación: Cuantitativo Unidad de análisis: Población: Comportamiento mecánico en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Muestra: Probetas de concreto Técnica: Observación Sistemática
	Determinar en qué medida las propiedades mecánicas del concreto son afectados por la exposición de las altas temperaturas en el cercado de lima año 2020		Las propiedades mecánicas del concreto serán afectadas por las altas temperaturas en el cercado de lima Año 2020		En qué medida la influencia del tiempo del concreto se ve afectado por las altas temperaturas en el cercado de lima Año 2020		Propiedades Mecánicas		
	Determinar en qué medida la influencia del tiempo del concreto se ve afectado por las altas temperaturas		Las influencias del tiempo en el concreto serán afectadas por las altas temperaturas en el cercado de lima Año 2020		En qué medida el estado del concreto endurecido se ve afectado por las altas temperaturas en el cercado de lima Año 2020	VARIABLE DEPENDIENTE: Comportamiento mecánico del concreto	Influencia del tiempo	Exposición a 5min Exposición a 15min Exposición a 30min Exposición a 1hr Exposición a 2hrs 30min	
							Estado del concreto endurecido	Edad a los 14 días Edad a los 18 días Edad a los 21 días Edad a los 25 días	

Instrumentos de recolección de datos

Resistencia a la compresión

Estado del concreto endurecido

- Resistencia a la compresión de probetas elaboradas a los 28 días como concreto patrón

✓ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS ELABORADAS CON CONCRETO PATRÓN.

❖ RELACIÓN AGUA CEMENTO $a/c=0.56$ A LOS 07 DÍAS

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
A	13.345	15.10	0.00	178.99	246	25045.87	139.93
A	13.849	15.10	0.00	178.99	234	23861.37	133.31
						Promedio =	136.62

❖ RELACIÓN AGUA CEMENTO $a/c=0.56$ A LOS 14 DÍAS

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
B	13.770	15.10	0.00	178.99	336	34199.80	191.07
B	13.805	15.05	0.00	177.80	320	32629.97	183.52
						Promedio =	187.29

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdoba Marco Antonio (2014). Información de su tesis: "Evaluación del concreto $F'c=210$ kg/cm² a las altas temperaturas" de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Áncash

❖ **RELACIÓN AGUA CEMENTO $a/c=0.56$ A LOS 21 DÍAS**

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
C	13.260	15.15	0.00	180.18	343	35009.17	194.31
C	13.780	15.22	0.00	181.84	361	36786.95	202.30
						Promedio =	198.30

❖ **RELACIÓN AGUA CEMENTO $a/c=0.56$ A LOS 28 DÍAS**

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
D	13.850	15.15	0.00	180.18	379	38634.05	214.42
D	13.390	15.20	0.00	181.37	382	38939.86	214.70
						Promedio =	214.56

✓ **CUADRO Y GRÁFICA DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² EN DÍAS CON RELACIÓN AGUA CEMENTO $A/C=0.56$**

DÍAS	RESISTENCIAS OBTENIDAS (kg/cm ²)
7	136.62
14	187.29
21	198.30
28	214.56

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio (2014). Información de su tesis: "Evaluación del concreto $F'c=210$ kg/cm² a las altas temperaturas" de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Áncash

Propiedades mecánicas

4.1.8.2.2. VALORES PROMEDIOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SOMETIDO A LA ACCIÓN DIRECTA DEL FUEGO CON 28 DÍAS DE EDAD:

A) RELACIÓN AGUA CEMENTO $a/c=0.56$ A 500 °C DE TEMPERATURA:

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
E	13.500	15.15	0.30	180.18	212.8	21692.15	120.39
E	13.000	15.20	0.30	181.37	220.3	22456.68	123.82
E	13.400	15.10	0.30	178.99	218.4	22263.00	124.38
E	13.200	15.15	0.30	180.18	216.3	22048.93	122.37
						Promedio =	122.74

B) RELACIÓN AGUA CEMENTO $a/c=0.56$ A 550 °C DE TEMPERATURA:

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
F	13.400	15.18	1.00	180.18	197.2	20101.94	111.13
F	13.050	15.15	1.00	180.18	200.1	20397.55	113.21
F	13.200	15.12	1.00	178.99	192.9	19663.61	109.57
F	13.550	15.13	1.00	179.70	196.1	19989.81	111.24
						Promedio =	111.29

C) RELACIÓN AGUA CEMENTO $a/c=0.56$ A 600 °C DE TEMPERATURA:

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
G	12.400	15.24	1.30	182.32	172.1	17543.32	96.22
G	13.550	15.26	1.30	182.80	160.0	16309.89	89.22
G	13.500	15.25	1.30	182.56	163.9	16707.44	91.52
G	12.700	15.13	1.30	179.70	176.3	17966.36	99.98
						Promedio =	94.24

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdoba Marco Antonio (2014). Información de su tesis: "Evaluación del concreto $F'c=210$ kg/cm² a las altas temperaturas" de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Áncash

D) RELACIÓN AGUA CEMENTO a/c=0.56 A 650 °C DE TEMPERATURA:

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
H	12.150	15.14	2.00	179.94	159.3	16238.53	90.25
H	12.950	15.16	2.00	180.41	162.2	16534.15	91.65
H	12.950	15.15	2.00	180.18	164.2	16738.02	92.90
H	12.900	15.34	2.00	184.72	161.9	16503.57	89.34
						Promedio =	91.03

E) RELACIÓN AGUA CEMENTO a/c=0.56 A 700 °C DE TEMPERATURA:

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
I	12.200	15.17	2.30	180.65	153.2	15620.80	86.47
I	12.650	15.36	2.30	185.20	155.1	15810.40	85.37
I	12.900	15.12	2.30	179.46	154.4	15739.04	87.70
I	12.350	15.24	2.30	182.32	151.8	15474.01	84.87
						Promedio =	86.10

F) RELACIÓN AGUA CEMENTO a/c=0.56 A 750 °C DE TEMPERATURA:

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
J	12.200	15.06	3.00	178.04	149.2	15208.97	85.42
J	12.250	15.28	3.00	183.28	147.1	14994.90	81.81
J	12.900	15.24	3.00	182.32	145.3	14811.42	81.24
J	13.250	15.74	3.00	194.48	148.0	15086.65	77.57
						Promedio =	81.51

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdoba Marco Antonio (2014). Información de su tesis: "Evaluación del concreto F'c=210 kg/cm² a las altas temperaturas" de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Áncash

G) RELACIÓN AGUA CEMENTO a/c=0.56 A 800 °C DE TEMPERATURA:

Probeta	Peso	Diámetro (cm)	TIEMPO (horas)	Sección (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
K	12.350	15.15	3.30	180.18	143.8	14658.51	81.36
K	12.800	15.14	3.30	179.94	135.5	13814.48	76.77
K	12.750	15.16	3.30	180.41	138.1	14077.47	78.03
K	12.700	15.44	3.30	187.14	141.0	14373.09	76.80
						Promedio =	78.24

✓ **CUADRO DE RESUMEN DE LAS RESISTENCIAS PROMEDIO DEL CONCRETO
SOMETIDAS A LA ACCIÓN DEL FUEGO**

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

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio (2014). Información de su tesis: "Evaluación del concreto F'c=210 kg/cm² a las altas temperaturas" de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Áncash

Tiempo de exposición

1) SOMETIMIENTO A 500 °C DE TEMPERATURA:

	PESO(Kg)			TIEMPO	DIAMETRO(Cm)		ALTURA(Cm)	
	Inicial	Final	% perdida		Inicial	Final	Inicial	Final
E	14.280	13.500	5.46%	00:30	15.10	15.15	30.03	30.05
E	14.320	13.000	9.22%	00:30	15.10	15.20	30.03	30.04
E	14.310	13.400	6.36%	00:30	15.05	15.10	30.04	30.04
E	14.320	13.200	7.82%	00:30	15.10	15.15	30.02	30.03



2) SOMETIMIENTO A 550 °C DE TEMPERATURA:

	PESO(Kg)			TIEMPO	DIAMETRO(Cm)		ALTURA(Cm)	
	Inicial	Final	% perdida		Inicial	Final	Inicial	Final
F	14.300	13.400	6.29%	01:00	15.15	15.18	30.04	30.06
F	14.290	13.050	8.68%	01:00	15.12	15.15	30.03	30.05
F	14.310	13.200	7.76%	01:00	15.13	15.12	30.03	30.03
F	14.300	13.550	5.24%	01:00	15.11	15.13	31.16	31.12

3) SOMETIMIENTO A 600 °C DE TEMPERATURA:

	PESO(Kg)			TIEMPO	DIAMETRO(Cm)		ALTURA(Cm)	
	Inicial	Final	% perdida		Inicial	Final	Inicial	Final
G	13.390	12.400	7.39%	01:30	15.20	15.24	30.10	30.15
G	14.290	13.550	5.18%	01:30	15.20	15.26	30.06	30.06
G	14.280	13.500	5.46%	01:30	15.22	15.25	30.06	30.08
G	13.700	12.700	7.30%	01:30	15.10	15.13	30.10	30.12

4) SOMETIMIENTO A 650 °C DE TEMPERATURA:

	PESO(Kg)			TIEMPO	DIAMETRO(Cm)		ALTURA(Cm)	
	Inicial	Final	% perdida		Inicial	Final	Inicial	Final
H	13.890	12.150	9.29%	02:00	15.10	15.14	30.08	30.07
H	13.820	12.950	6.30%	02:00	15.10	15.16	30.03	30.04
H	13.820	12.950	6.30%	02:00	15.10	15.15	30.03	30.05
H	13.205	12.900	2.31%	02:00	15.30	15.34	30.04	30.05

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdova Marco Antonio (2014). Información de su tesis: "Evaluación del concreto $F'c=210$ kg/cm² a las altas temperaturas" de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Áncash

5) **SOMETIMIENTO A 700 °C DE TEMPERATURA:**

	PESO(Kg)			TIEMPO	DIAMETRO(Cm)		ALTURA(Cm)	
	Inicial	Final	% perdida		Inicial	Final	Inicial	Final
I	13.260	12.200	7.99%	02:30	15.10	15.17	30.02	30.03
I	13.780	12.650	8.20%	02:30	15.30	15.36	30.04	30.05
I	13.850	12.900	6.86%	02:30	15.10	15.12	30.03	30.04
I	13.390	12.350	7.77%	02:30	15.20	15.24	30.03	30.04

BACH. CHAUCA RODRIGUEZ DEYNER ORLANDO

260

BACH. CRUZ CORDOVA MARCO ANTONIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA
ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



"EVALUACIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 A
ALTAS TEMPERATURAS"

6) **SOMETIMIENTO A 750 °C DE TEMPERATURA:**

	PESO(Kg)			TIEMPO	DIAMETRO(Cm)		ALTURA(Cm)	
	Inicial	Final	% perdida		Inicial	Final	Inicial	Final
J	13.995	12.200	9.61%	03:00	15.05	15.06	31.02	31.03
J	13.235	12.250	7.44%	03:00	15.20	15.28	30.01	30.03
J	13.880	12.900	7.06%	03:00	15.20	15.24	30.06	30.05
J	14.340	13.250	7.60%	03:00	15.70	15.74	30.06	30.07

7) **SOMETIMIENTO A 800 °C DE TEMPERATURA:**

	PESO(Kg)			TIEMPO	DIAMETRO(Cm)		ALTURA(Cm)	
	Inicial	Final	% perdida		Inicial	Final	Inicial	Final
K	13.345	12.350	7.46%	03:30	15.10	15.15	30.01	30.07
K	13.849	12.800	7.57%	03:30	15.10	15.14	30.08	30.05
K	13.770	12.750	7.41%	03:30	15.10	15.16	30.06	30.05
K	13.805	12.700	8.00%	03:30	15.40	15.44	30.05	30.04

Chauca Rodríguez Deyner Orlando y Cruz Córdoba Marco Antonio (2014). Información de su tesis: "Evaluación del concreto F'c=210 kg/cm² a las altas temperaturas" de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Áncash

Ensayos realizados por el autor para la obtención de las probetas

- LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
- CANTERA : LA CUMBRE – MARGEN IZQUIERDA

Peso Inicial Seco, (gr)	3000.00
Módulo de fineza	2.63

TAMICES	ABERTURA	PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO	% PASA
	[mm]	[grs]	Parcial	Acumulado	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.530	5.000	0.17	0.17	99.83
N° 4	4.750	65.000	2.17	2.33	97.67
N° 8	2.360	260.000	8.67	11.00	89.00
N° 16	1.180	560.000	18.67	29.67	70.33
N° 30	0.600	740.000	24.67	54.33	45.67
N° 50	0.360	505.000	16.83	71.17	28.83
N° 100	0.150	690.000	23.00	94.17	5.83
N° 200	0.075	105.000	3.50	97.67	2.33
< N° 200		70.000	2.33	100.00	0.00
TOTAL		3000.00	100.00		

Curva granulometrica del agregado grueso



2) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA EL AGREGADO GRUESO

- LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
- CANTERA : LA SORPRESA

Peso Inicial Seco, (gr)	2000.00
Tamaño Máximo Nominal	1"

TAMICES	ABERTURA	PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO	% PASA
	[mm]	[grs]	Parcial	Acumulado	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	65.000	3.25	3.25	96.75
3/4"	19.050	1,250.000	62.50	65.75	34.25
1/2"	12.700	640.000	32.00	97.75	2.25
3/8"	9.530	30.000	1.50	99.25	0.75
N° 4	4.750	15.000	0.75	100.00	0.00
< N° 200		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		2000.00	100.00		

Diagrama de interacción del autor entre la resistencia del concreto y la acción directa del fuego



✓ CUADRO DE RESUMEN PORCENTUAL A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PATRÓN VS. CONCRETO SOMETIDO A LA ACCIÓN DEL FUEGO

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

RELACIÓN A/C (28 DÍAS)	0.56	
Concreto Patrón (kg/cm2)	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%

Disminución de la resistencia del concreto del autor a medida que estas son sometidas a ciertas temperaturas

- ✓ GRÁFICA COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRÓN EN RELACIÓN AL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS.

