



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Ensayos físicos y efectos de los niveles de fuego por
incendio en las propiedades mecánicas del concreto
armado en edificaciones**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :

Ingeniero Civil

AUTOR:

Aréstegui Apaza, Andreé Eduardo (orcid.org/0000-0003-1825-5039)

ASESOR:

Dr. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios. Por darme la dicha de poder seguir adquiriendo mayores conocimientos y experiencias.

A mis padres, por formarme con valores, por darme su ejemplo de siempre seguir adelante, siendo parte fundamental de mi crecimiento profesional.

André Eduardo Aréstegui Apaza

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme salud para poder culminar el presente trabajo de investigación. A la Universidad Cesar Vallejo por hacer posible este logro; de igual forma al M. Sc. Luis Jimmy Clemente Condori asesor de esta tesis, al laboratorio de materiales de la PUPC por contribuir de manera constante, e incentivarme a alcanzar la excelencia en esta investigación.

Le doy gracias a mis padres, Eduardo y Yovana, quienes me han apoyado desde siempre con todos mis proyectos y metas, les estaré eternamente agradecido sin ustedes este trabajo no se habría producido.

A mis amigos por mantenerme motivado. Por darme el aliento de siempre dar lo mejor de mí, crecemos mucho más cuando estamos juntos.

André Eduardo Aréstegui Apaza

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO... ..	6
2.1 Antecedentes... ..	6
2.2 Bases Teóricas.....	10
III. METODOLOGÍA... ..	20
3.1 Tipo y Diseño De investigación... ..	20
3.2 Variables y operacionalización... ..	22
3.3 Población y Muestra.....	22
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5 Procedimientos	27
3.6 Método de análisis de datos	40
3.7 Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	68
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Magnitudes y rango de validez.....	26
Tabla 2: Datos de confiabilidad... ..	26
Tabla 3: Datos obtenidos del ensayo a compresión... ..	42
Tabla 4: Resultados obtenidos de la probeta patrón y el sometido a 300°C.....	42
Tabla 5: Resultados obtenidos de la probeta patrón y el sometido a 500°C.....	43
Tabla 6: Resultados obtenidos de la probeta patrón y el sometido a 700°C.	44
Tabla 7: Datos obtenidos del ensayo a flexión.....	45
Tabla 8: Resultados obtenidos de viga patrón y de viga sometida a 300°C.....	46
Tabla 9: Resultados obtenidos de viga patrón y de viga sometida a 500°C.....	47
Tabla 10: Resultados obtenidos de viga patrón y de viga sometida a 700°C	48
Tabla 11: Datos obtenidos del ensayo a tracción.....	49
Tabla 12: Datos estadísticos para hipótesis específica 1.....	54
Tabla 13: Datos estadísticos para hipótesis específica 2.....	57
Tabla 14: Datos estadísticos para hipótesis específica 3.....	60

Índice de figuras

Figura 1: Primeros Refugios.....	11
Figura 2: Evolución del fenómeno de la combustión.....	13
Figura 3: Tipos de fuego.....	15
Figura 4: Cantera Tout de la isla portland.....	16
Figura 5: Agregados.....	17
Figura 6: Acero.....	18
Figura 7: Concreto.....	18
Figura 8: Color y Daño del concreto estructural.....	19
Figura 9: Maquina de ensayo a compresión.....	24
Figura 10: Maquina de ensayo a Flexión.....	25
Figura 11: Maquina de ensayo a tracción.....	25
Figura 12: Pesaje de los insumos para el concreto.....	28
Figura 13: Apisonado del concreto.....	29
Figura 14: Curado de cilindros de concreto.....	29
Figura 15: Habilitado de acero.....	30
Figura 16: Habilitado de madera.....	31
Figura 17: Estructura de acero y encofrado.....	31
Figura 18: Mezclado del concreto.....	32
Figura 19: Vaciado de concreto en vigas.....	32
Figura 20: Especímenes sometidos a 300°C.....	33
Figura 21: Especímenes sometidos a 500°C.....	34
Figura 22: Especímenes sometidos a 700°C.....	34
Figura 23: Viga destruida.....	35
Figura 24: Ensayo a compresión de probeta patrón.....	36
Figura 25: Ensayo a compresión de probeta sometida a 300°C.....	36
Figura 26: Ensayo a compresión de probeta sometida a 500°C.....	36
Figura 27: Ensayo a compresión de probeta sometida a 700°C.....	37
Figura 28: Ensayo a flexión viga patrón.....	37
Figura 29: Ensayo a flexión viga sometida a 300°C.....	38
Figura 30: Ensayo a flexión viga sometida a 500°C.....	38

Figura 31: Ensayo a flexión viga sometida a 700°C	39
Figura 32: Ensayo de tracción del acero.	40
Figura 33: Comparación resistencia compresión de probeta patrón y 300°C. .	43
Figura 34: Comparación resistencia compresión de probeta patrón y 500°C. .	44
Figura 35: Comparación resistencia compresión de probeta patrón y 700°C. .	44
Figura 36: Evolución de la resistencia a la compresión de los ensayos	45
Figura 37: Comparación resistencia a la flexión de viga patrón y 300°C	46
Figura 38: Comparación resistencia a la flexión de viga patrón y 500°C	47
Figura 39: Comparación resistencia a la flexión de viga patrón y 700°C	48
Figura 40: Evolución de la resistencia a la flexión del concreto	48
Figura 41: Diagrama esfuerzo – deformación acero, viga sometida a 300°C. .	50
Figura 42: Diagrama esfuerzo – deformación acero, viga sometida a 500°C. .	50
Figura 43: Diagrama esfuerzo – deformación acero, viga sometida a 700°C. .	51
Figura 44: Diagrama esfuerzo – deformación de las barras de acero	52
Figura 45: Gráfico de prueba estadística para la hipótesis específica 1.	55
Figura 46: Gráfico de dispersión la hipótesis específica 1.	56
Figura 47: Gráfico de prueba estadística para la hipótesis específica 2.	58
Figura 48: Gráfico de dispersión la hipótesis específica 2.	59
Figura 49: Gráfico de prueba estadística para la hipótesis específica 3.	61
Figura 50: Gráfico de dispersión la hipótesis específica 3.	62

RESUMEN

Esta investigación da un aporte significativo y valioso, con respecto al conocimiento del comportamiento del concreto armado, sometido a niveles de fuego por incendio.

El objetivo es determinar los niveles de fuego por incendios que afectan las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones utilizando ensayos físicos.

Para ello se utiliza el método hipotético-deductivo, siendo una investigación de tipo aplicada, se elaboró dos tipos de especímenes siendo el primer tipo de estos, ocho probetas con un diseño a la compresión de 210kg/cm^2 , dos fueron para ser usadas como patrón y las seis restantes se agruparon en grupos de dos, para ser sometidas a temperaturas de 300°C , 500°C y 700°C respectivamente, y para el segundo tipo de especímenes se elaboró 7 vigas de $1\text{m} \times 0.25\text{m} \times 0.25\text{m}$, uno para ser muestra patrón y los seis restantes para ser agrupados en grupos de dos y posteriormente ser sometidos a temperaturas de 300°C , 500°C y 700°C respectivamente.

Los resultados de los ensayos de compresión del concreto, se pudo apreciar un descenso conforme los niveles de fuego aumentaban, a los 300°C la disminución era mínima, a los 500°C se acrecentó y a los 700°C el descenso en la resistencia llegó a ser disminuida en un 26%, en cuanto a la resistencia a la flexión, esto se fue repitiendo, a los 300°C la reducción fue mínima, en cambio a los 500°C y 700°C la resistencia se redujo drásticamente en un 33.5% aproximadamente, manteniéndose por la presencia del acero. En cuanto a los ensayos de tracción estos alcanzaron una resistencia muy similar con poca variación, no obstante, se evidencio un aumento de las resistencias en comparación con las especificaciones del fabricante.

Podemos concluir que los niveles de fuego afectan negativamente, en las propiedades mecánicas del concreto armado.

Palabras clave: Concreto armado, incendio, propiedades mecánicas, fuego.

ABSTRACT

This research gives a significant and valuable contribution, with respect to the knowledge of the behavior of reinforced concrete, subjected to fire levels by fire. The objective is to determine the levels of fire by fires that affect the mechanical properties of reinforced concrete in buildings using physical tests.

For this, the hypothetical-deductive method is used, being an applied type investigation, two types of specimens were elaborated, being the first type of these eight specimens with a compression design of 210kg/cm², three were to be used as a pattern and the remaining six were grouped in groups of two, to be subjected to temperatures of 300°C, 500°C and 700°C respectively, and for the second type of specimens, 7 beams of 1m x 0.25m x 0.25m were made, one to be the standard sample and the six remaining to be grouped in groups of two and subsequently subjected to temperatures of 300°C, 500°C and 700°C respectively, tests of resistance to compression, bending and traction were carried out, as appropriate, obtaining the following results.

The results of the concrete compression tests showed a decrease as the fire levels increased, at 300°C the decrease was minimal, at 500°C it increased and at 700°C the decrease in resistance was 26%, as for the flexural resistance, this was repeated, at 300°C the reduction was minimal, but at 500°C and 700°C the resistance was drastically reduced by approximately 33.5%, maintained by the presence of the steel. As for the tensile tests, these reached a very similar resistance with little variation, however, there was an increase in resistance compared to the manufacturer's specifications.

We can conclude that fire levels have a negative effect on the mechanical properties of reinforced concrete.

Keywords: Reinforced concrete, fire, mechanical properties, fire.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los incendios son un problema muy común, el órgano a nivel mundial encargado de llevar la estadística de estos casos es “The Center of Fire Statistics”, y en nuestro País el “Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú”, estos a su vez auxilian y atienden las diferentes emergencias, en lo que va del año 2022, se registraron un total de 1821 casos de incendio tan solo en los primeros dos meses, este tipo de fenómenos son un peligro para la sociedad. Diariamente nos encontramos en múltiples situaciones de riesgo a causa de llamas que no son controladas, existe una ausencia en la implementación de procesos para la mitigación de incendios.

Según estadísticas mundiales todos los años en cuanto a incendios en zonas residenciales, se puede decir que más del 50% de los incendios anuales a nivel mundial son en viviendas, y es allí donde se tiene un mayor número de víctimas. El estudio de los incendios y lo que conlleva es de suma importancia para disminuir la cantidad de pérdidas humanas, daños a bienes materiales y a la propia estructura de las edificaciones, este último pudiendo ser simplemente afectado de manera visual, o llegar al colapso total de la estructura.

Evaluar el concreto armado de las edificaciones afectadas por un siniestro como el incendio es importante, para tener la decisión de demoler dicha edificación o tratar de recuperar la edificación de los daños provocados.

Un incendio tiene tres fases la primera es la fase incipiente, donde se llega a superar levemente la temperatura de 54°C, a su vez se realiza un consumo mínimo del oxígeno presente en el aire, después se tiene la fase de combustión libre, donde la temperatura puede alcanzar los 700°C, en esta fase se hace un uso bastante intenso del oxígeno presente en el aire y finalmente se tiene la fase latente, o también llamada fase final donde, el oxígeno que permanece en el aire es mínimo, incluso las llamas existentes pueden llegar a su extinción si el área donde se encuentran esta confinada.

Por otro lado las causas por las cuales se da un incendio, clasifican al fuego, de esta manera el fuego tiene cinco tipos de clasificación, la clase “A”, es la originada por insumos sólidos, sus residuos normalmente terminan en cenizas,

después se tiene la clase “B”, que se dan por la mezcla de gases, la clase “C” es originada por la electricidad, es necesario el uso de insumos químicos para mitigar este tipo de fuego, la clase “D” por metales combustibles, finalmente la clase “K” es una variante de la clase “B”, sin embargo este tiene la característica especial de fuego de cocina, siendo el más común, para propiciar un incendio. Después de ocurrido un incendio, es necesario el hacer el peritaje respectivo, no solo para saber si la estructura es habitable, sino también, ante algún proceso judicial y de recuperar o recomponer lo perdido, es necesario para esto un profesional capacitado y especializado en la materia, el informe pericial puede demorar de 1 a 3 meses, según sea la magnitud de la edificación el personal laborando, etc. En estos peritajes se recoge información como, la causa y origen del fuego, la clase de fuego, una investigación de si fue provocado o fue circunstancial, la categoría del incendio, y una reconstrucción detallada de cómo sucedieron los hechos.

Es por ello que en la presente investigación se verá cómo afectan los niveles de fuego por incendio en las propiedades mecánicas del concreto armado, para ello se usara las normativas vigentes a fin de poder obtener, resultados confiables y valederos, que servirán para poder mejorar la calidad de las viviendas, a fin de que sean más seguras.

1.1 Formulación del problema

Problema General:

¿Cómo los ensayos físicos determinarían los niveles de fuego por incendio que afectan las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones?

Problemas específicos:

- ¿Cómo los ensayos físicos podrían definir el efecto de los niveles de

fuego por incendio en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C?

- ¿Cómo los ensayos físicos podrían definir el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C?
- ¿Cómo los ensayos físicos podrían definir el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C?

1.2 Justificación

La investigación se justifica socialmente debido a que ayuda a prevenir mayores víctimas humanas, a causa de siniestros como el incendio, otorgando información valiosa acerca de cómo actúan y en que afecta los niveles de fuego por incendio en la estructura de las edificaciones.

Este proyecto de investigación se justifica teóricamente debido a que corrobora información de los productores de materiales de construcción en cuanto a resistencia al fuego, por otro lado compara los niveles de fuego y su efecto, en las características mecánicas del concreto armado, se amplía el interés por el estudio de los efectos por alta temperatura en los materiales usados en estructuras.

Esta investigación se justifica de forma metodológica por que se usa el método científico, siendo esta cuasi experimental donde se va a manipular una variable, obteniendo datos de cómo afecta los niveles de fuego por incendio en las propiedades mecánicas el concreto armado.

1.3 Objetivos

Objetivo general

Determinar los niveles de fuego por incendios que afectan las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones utilizando los ensayos físicos.

Objetivos específicos

- Definir el efecto de los niveles fuego por incendio en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C por medio de los ensayos físicos.
- Determinar el efecto de los niveles fuego por incendio en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C por medio de los ensayos físicos.
- Definir el efecto de los niveles fuego por incendio en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C por medio de los ensayos físicos.

1.4 Hipótesis

Hipótesis general

Los ensayos físicos determinan los niveles de fuego por incendio que afectan las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones.

Hipótesis específicas

- Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C.
- Los ensayos físicos determinan que los niveles de fuego por incendio

afectan en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C.

- Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C.

1.5 Delimitación

Delimitación Espacial

La presente investigación no tiene una delimitación espacial, puesto que, se puede desarrollar en cualquier parte del mundo.

Delimitación Temporal

Esta investigación se realizó en el año 2022, con una duración de 6 meses, empezando la primera semana del mes marzo y culminando la última semana de mes de agosto, para ello se hizo uso de la tecnología y métodos existentes a la fecha.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Nacionales

A nivel nacional, se han realizado diferentes investigaciones para saber el efecto del fuego en el concreto y también en el concreto armado.

Condor R. (2021), en Huancayo, quien desarrolló una investigación llamada “Efectos del fuego por incendio en el comportamiento del concreto armado en elementos estructurales de edificios – Huancayo”, es una investigación explicativa - experimental, cuyo objetivo es saber el comportamiento del concreto armado sometido a efectos del fuego por incendio, elaboro 78 probetas de 4”X8”, con una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. 30 los uso como un grupo de control y los restantes para someterlos a 3 diferentes fases del fuego. El método usado es de Inferencia estadística por medio del instrumento de validación de hipótesis T-Student. Sus resultados indican que conforme se incrementa la temperatura se reduce la resistencia del concreto, recomendando que se controle la devastación del fuego.

Quispe M y Quispe S. (2020), en Juliaca, desarrollaron la investigación “Comportamiento del concreto armado tratado superficialmente con pintura intumescente sometido a fuego en la ciudad de Juliaca”, es una investigación experimental, el objetivo de esta investigación es saber que comportamiento tendrá el concreto armado tratado superficialmente con pintura intumescente sometido al fuego, ellas elaboraron muestras de vigas que fueron sometidas al fuego por un tiempo de 30, 60 y 90 minutos, compararon los resultados de unas muestras patrón con las sometidas al fuego, a una temperatura de 550°C , Evaluando la resistencia a compresión y flexión, El método usado fue el Hipotético – Deductivo, obteniendo como resultado que la resistencia a la compresión disminuye conforme el tiempo de exposición es incrementado, las muestras tratados con la pintura intumescente tuvieron mejores resultados en un 10% de efectividad, de igual manera la resistencia a la flexión con un resultado

del 7% de efectividad.

Zelaya G. (2020), en Lima, investigo "Influencia de la alta temperatura en la resistencia a flexión de un elemento de concreto armado de $f'c$ 210 kg/cm² de 20 cm de peralte por la acción del fuego directo en la base de su sección transversal en el laboratorio de la UPeU Lima en el 2019", cuya investigación fue experimental, el objetivo de esta investigación es saber cómo afecta las altas temperaturas en la resistencia a la flexión de un elemento de concreto armado, elaboro 14 muestras divididas en dos grupos para el control y el experimento, un total de 11 muestras fueron usadas para el grupo experimental, a las cuales se le sometió a altas temperaturas, para posteriormente ser sometidas a ensayos de flexión, y compararlas con los resultados del grupo de control, concluyendo que el grupo experimental resistió una mayor fuerza de falla según el ensayo ASTM C-293, respecto a las que no fueron sometidas a altas temperaturas, por otro lado, los ensayos del acero del grupo experimental, incremento sus propiedades estructurales, respecto a los del grupo de control, pero los ensayos de compresión del concreto, dieron como resultado que estos habían menguado su resistencia.

Meza C. (2019), en Lambayeque, investigo "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto armado expuesto al fuego en intervalos de tiempos, Lambayeque. 2018", es una investigación experimental, su objetivo fue obtener que propiedades mecánicas tendrá en concreto armado expuesto al fuego en determinados intervalos de tiempo, el diseño y elaboro 36 probetas cilíndricas de 6"X12" con resistencias a la compresión de $f'c=$ 210 kg/cm², $f'c=$ 245 kg/cm² y $f'c=$ 280 kg/cm², y 24 vigas de 12cm x 16cm x 50cm para ser sometidos a ensayos de flexión, estos fueron sometidos a una simulación de incendio en intervalos de 15, 30 y 60 minutos a una temperatura de 550°C hasta los 850°C, concluyo que el concreto de $f'c=$ 280 kg/cm², actúa de mejor manera frente a fuego, comprobando que la relación a/c influye, las variaciones de la resistencia a la compresión por una hora fue del 16.40% para $f'c=$ 280 kg/cm², 20.99% para $f'c=$ 245 kg/cm² y 26.70% para un $f'c=$ 210 kg/cm².

Navarro R. y Colque Q. (2021), en Tacna, investigaron “Comportamiento del concreto reforzado sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo en la región Tacna, 2020”, esta fue una investigación de tipo experimental, el objetivo es determinar el comportamiento del concreto reforzado que ha sido sometido a altas temperaturas, por incidencia del fuego, ellos elaboraron una viga de concreto armado de una dimensión de $L = 180\text{cm}$, $h = 10\text{cm}$ y $b = 15\text{cm}$, con acero de $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$, refuerzo transversal $7 \varnothing 8 \text{ mm}$ y refuerzo longitudinal $4 \varnothing 10 \text{ mm}$ superior e inferior con un recubrimiento de 2.5 cm , teniendo una resistencia a la compresión de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sometido a fuego, obteniendo como resultado que la resistencia del concreto cuando se incrementa la temperatura 100°C en un intervalo de tiempo e 15 minutos, disminuye progresivamente con efecto incremental, la fase crítica ocurrió con un tiempo de 180 minutos, con una temperatura de 750°C , con una carga de 32 kN , la rotura de la viga se dio al aplicar 3263.04 kN , concluyendo que la resistencia del concreto disminuye significativamente cuando la temperatura es mayor o igual a los 750°C .

2.1.2 Internacionales

Internacionalmente se investigó la presente problemática es así que, diferentes autores como los siguientes mencionados investigaron sobre el tema.

Ecuador

Alvarado A. (2016), en Ecuador, investigo “Estudio del comportamiento del concreto estructural expuesto al fuego”, cuya investigación fue experimental, el objetivo de esta investigación fue saber el comportamiento del concreto estructural expuesto al fuego, donde elabora especímenes, probetas con una resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, las expuso al fuego en intervalos crecientes de 30 minutos, a una temperatura promedio entre 750°C y 1050°C , los mismo que se enfriaron a temperatura ambiente, posterior se realizó ensayos de flexión, concluyéndose que este disminuye, teniendo en cuenta la temperatura y tiempo de exposición alcanzados, se presentan diferentes

patologías como: cambio de color, agrietamiento y fisuras.

Venezuela

Hernandez (2010), en Venezuela, investigo “Efecto del fuego sobre la resistencia a compresión de un elemento de concreto de resistencia de diseño de 210 kg /cm²”, una investigación de tipo experimental, cuyo objetivo es saber la resistencia a la compresión de un elemento con diseño de 210 kg /cm², donde preparo probetas con una resistencia a la compresión $f_c=210\text{kg/cm}^2$ y las sometio al fuego por 30 minutos, con un promedio de temperaturas de 287°C y 370°C, llegando a la conclusión de que la capacidad portante disminuye en un 19.98%.

Bespin y otros (2018), en Venezuela, investigaron “Efecto del fuego sobre la resistencia a tracción del acero de refuerzo en losas”, es una investigación de tipo experimental – aplicada, el objetivo es saber la resistencia a tracción del acero de refuerzo, en losas que han sido sometidas al fuego, ellos construyeron 9 losas nervadas de 50cm x 70cm x 20 cm, con variaciones en su recubrimiento de 1, 3 y 5 centímetros, se adicionaron 6 probetas, de las cuales 3 se sometieron a fuego y las restantes se usaron como patrón, para las comparaciones, se sometió a fuego por 60 minutos a una temperatura de 400°C para posteriormente extraer el acero de refuerzo y realizar el ensayo de tracción, los resultados obtenidos fueron que el concreto como aislante tiene un excelente comportamiento según los diagramas de esfuerzo deformación, los cuales fueron similares.

Brasil

Pereira y Pires (2018), en Brasil, investigaron “Evaluación de la resistencia mecánica de vigas en hormigón armado después del incendio”, se desarrolló una investigación experimental - aplicada, el objetivo es evaluar la resistencia mecánica de vigas de hormigón armado post incendio, donde presentaron un programa experimental para determinar la resistencia de una viga de concreto armado post-incendio, junto con un modelo tridimensional, no lineal,

desarrollado con elementos finitos capaz de simular el comportamiento térmico y mecánico de este tipo de estructura, concluyendo que las vigas resistieron de buena forma sin perder significativamente sus propiedades, por unos 120 minutos, el enfoque numérico del programa produjo resultados bastante satisfactorios, en comparación con la parte experimental, con errores inferiores al 7%, pudiendo ser usado para predecir el comportamiento térmico y mecánico residual de hormigón armado apoyado.

España

Alonso y Laguna (2013), en Madrid, investigo “Determinación de la profundidad de daño en estructuras de hormigón post-incendio”, es una investigación descriptiva, donde el objetivo es determinar la profundidad de daño en estructuras de hormigón post-incendio, ellos desarrollaron criterios racionales para la evaluación de seguridad de la estructura sometida a un incendio, se han identificado heterogeneidad en los daños, también se determinó la temperatura crítica de 500°C.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Teoría de Construcción de Viviendas

Durante mucho tiempo los seres humanos, hicieron uso de los materiales y herramientas de construcción, estos mismos han determinado o al menos modificado los maneras de construir. Fue una necesidad del humano el resguardarse del exterior y buscar lugares en los cuales habitar, sin embargo muchos de estos lugares o estaban lejos de los recursos o de las zonas de caza, es por ello que en la prehistoria muchos de ellos construyeron con ramas, arbustos, troncos y todo material que este a su alcance para simular una cueva, que es donde solían habitar, los métodos de construcción con forme el tiempo ha ido avanzando, han evolucionado. Las primeras viviendas fueron refugios, lugares donde se habitaba, pero ahora tienen múltiples funciones como almacenamientos, lugares ceremoniales, recreativos, de trabajo, etc. Los primeros refugios que se tuvieron fueron cuevas como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Primeros Refugios.

Fuente: <https://bit.ly/3HaCeeY>

Toda construcción implica la utilización de técnicas y materiales, además de diversas herramientas y equipos, esta es una actividad humana muy antigua.

Los principales materiales que actualmente se usan en las construcciones son:

- Arcilla.
- Piedra.
- Madera.
- Ladrillo.
- Hormigón.
- Metal.
- Plástico.
- Materiales Sintéticos
- Entre otros.

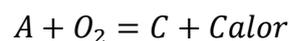
2.2.2 Teoría de la Combustión:

La teoría de la combustión mencionada por Stahl, decía que cuando más flogisto tenía una sustancia este era más combustible. En el siglo XVIII, esta teoría fue muy reconocida, sin embargo había una incongruencia que Stahl no podía explicar, en la madera la combustión producía cenizas de menor peso que el objeto, por tanto perdía flogisto, sin embargo, en metales, el resultado fue contrario perdido la cantidad de peso equivalente al ganado por el metal.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Fuego:

Según Esparza (2001), “El fuego o combustión es una rápida reacción química de oxidación de carácter exotérmico (y de luz), autoalimentada, con presencia de un combustible en fase sólida, líquida o gaseosa” (p.11) Por otro lado el químicamente el fuego es la reacción rápida del óxido – reducción fuertemente exotérmica de una sustancia, se caracteriza por la emisión de gases, humo, radiación de luz, etc.



Podemos decir que A es el combustible, para que el fuego inicie, es necesario, que el combustible y el comburente se encuentren en tiempo y espacio, con un estado energético favorable. La energía necesaria para que ambas sustancias reaccionen se llama “energía de activación”, y al producto intermedio se le denomina “complejo activado” ver figura 2.

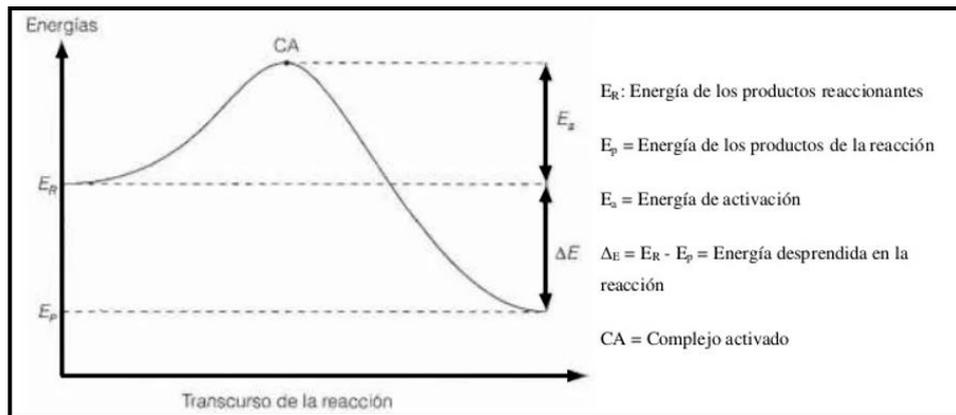


Figura 2. Evolución del Fenómeno de la combustión.

Fuente: Cortés, José 2007

Velocidad de Propagación

Se llama así a la velocidad superficial de propagación de las llamas, en un combustible e indica la capacidad de extensión y propagación del fuego, en una comparación la propagación de las llamas en un sólido es mucho más lenta que en los líquidos combustibles. Cabe resaltar que esta depende de los gases que tienen en abastecimiento.

2.3.2 Fases del Fuego

Fase Incipiente o Inicial

Es la primera fase donde el oxígeno presente en el aire aún se conserva en gran cantidad.

Según el CEMI (2012), Es la primera fase “El oxígeno contenido en el aire no ha sido reducido en forma significativa y el fuego produce vapor de agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono, quizá una pequeña cantidad de dióxido de azufre, y otros gases” (p.20).

Fase de Combustión Libre

También llamada segunda Fase, en esta fase la temperatura puede llegar a superar los 700°C, en este fase se hace un uso intenso del oxígeno presente en el aire.

De acuerdo al CEMI (2012), la segunda fase “Involucra las actividades de libre combustión del fuego. Durante esta fase, el aire, que es rico en

oxígeno, es lanzado hacia las llamas, a medida que la convección lleva el calor a las regiones más altas de áreas confinadas” (p.20).

Fase Latente

Es la tercera fase, también llamada fase final, donde se ha consumido casi en su totalidad la cantidad de oxígeno disponible en el aire, produciéndose una reducción significativa de las llamas.

Para el CEMI (2012), “Las llamas pueden dejar de existir si el área confinada es cerrada suficientemente. A partir de este momento la combustión es reducida a brasas incandescentes” (p.21).

2.3.3 Tipos de Fuego

Existen varias clases de fuego según el origen de estos ver figura 3.

Clase “A”

Estos ocurren en materiales sólidos como el papel, cartón, trapos, entre otros. Normalmente produce cenizas y brasas.

Clase “B”

A diferencia de la clase “A”, estos se dan por la mezcla de gas, pueden ser el butano, propano, etc., con el aire. O la mezcla de vapores de productos inflamables, pudiendo ser combustibles, grasas, solventes, etc.

Clase “C”

Producidos por la electricidad, o por algún material electrificado, es necesario usar materiales que no conducen electricidad, para mitigar este tipo de fuego, una buena opción son los polvos químicos.

Clase “D”

Se dan en metales combustibles, como virutas de aluminio, magnesio calentado por fricción, entre otros.

Clase “K”

Es una variante de la clase “B”, este tiene características especiales, como fuego de cocina, originados con grasas y aceites de origen animal o vegetal.



Figura 3. Tipos de fuego.

Fuente: <https://bit.ly/3xKkkgc>

2.3.4 Niveles de temperatura que se alcanza en un incendio

Para Huincho (2017), “En general se puede establecer que la temperatura máxima alcanzada con combustibles sólidos nunca es superior a los 800°C o 1000°C. Con la madera se puede llegar hasta los 1200°C, con combustibles líquidos se puede llegar hasta los 1500°C.

Podemos clasificarlas por la temperatura a la que llegan en las fases de incendio.

Fase incipiente

Dado que es la primera fase, la temperatura a la que llega supera levemente los 54°C, teniendo un aproximado de 20% de oxígeno el aire presente.

Fase de Libre Combustión

En esta fase se llega aproximadamente a los 700°C, hay una disminución progresiva del oxígeno presente en el aire.

Fase Latente

Se alcanza temperaturas superiores a los 700°C, el oxígeno decae por menos del 15%.

2.3.5 Cemento Portland

El cemento portland es producido por la fusión a alta temperatura de materiales arcillosos y calcáreos, es un producto que reacciona con el agua produciendo un endurecimiento en el tiempo, hasta convertirse en un especie de piedra artificial, también fue llamado cemento hidráulico por su comportamiento con el agua.

El método básico de creación de cemento portland fue descubierto por el inglés, Joseph Aspdinen 1824, quien lo nombro de esa manera por su semejanza con las canteras de la isla Portland (ver figura 4), ubicada en Inglaterra. Desde la aparición del cemento portland, se ha convertido en el material de construcción por excelencia, a la fecha hay múltiples variedades de este, con características específicas para su uso en diversas condiciones.



Figura 4. Cantera Tout de la isla portland.

Fuente: <https://bit.ly/399xCc4>

2.3.6 Agregados

Los agregados son partículas de diferente tamaño, que se encuentran en la naturaleza, ya sea de forma de finos, gravas y arenas, también pueden

ser resultado de trituración de rocas como se observa en la figura 5. Cuando este proviene de la desintegración natural de las rocas por acción de viento, agua, etc. Este se llama agregado natural. Por otro lado cuando la desintegración de la roca es por la mano del hombre es llamado agregado de trituración. Estos a su vez se pueden mezclar para obtener ciertas características.



Figura 5. Agregados.

Fuente: <https://bit.ly/3MpXvTp>

2.3.7 Agua

El agua es la sustancia compuesta por dos átomos de hidrogeno y una de oxígeno (H_2O), esta se puede encontrar en estado líquido, sólido y gaseoso.

Para la Industria de la construcción, el agua es uno de los componentes más esenciales en la elaboración de morteros y concretos, este permite al cemento desarrollar su característica ligante, hidratar y obtener manejabilidad al concreto.

2.3.8 Acero

El acero es el hierro de bajo grado, con una cantidad de carbono depurada como se muestra en la figura 6. Esto se logra fundiéndolo nuevamente, por medio de procesos de oxidación controlada, se logra bajar el contenido del carbono hasta cerca del 0.2%. Este proceso de refinamiento se realiza tantas veces como sea necesario.

Es un material muy usado en la construcción por sus características

dúctiles, puesto que sirve como amarre para la estructura.



Figura 6. Acero.

Fuente: <https://bit.ly/3MmW7AN>

2.3.9 Concreto

El concreto se ha convertido en uno de los materiales de construcción por excelencia, su producción consiste en una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua. También llamado concreto hidráulico por su reacción con el agua como se muestra en la figura 7. Este con el transcurrir de tiempo va endureciéndose, formando una roca artificial. Actualmente según la dosificación, se pueden obtener diversos concretos, cuya resistencia también es variable.



Figura 7. Concreto.

Fuente: <https://bit.ly/3L7re3c>

2.3.10 Concreto y Fuego

El concreto tiene un comportamiento satisfactorio frente al fuego, este tiene baja velocidad de transmisión de calor y también es incombustible. Pero al incrementarse la temperatura hay un cambio en sus propiedades, a veces provoca fisuración superficial, una disgregación de material, este se relaciona directamente con el tiempo de exposición y la temperatura a la cual ha sido expuesta.

Para Faller (2004), de 200°C a 300°C se produce la pérdida de agua capilar, sin embargo no hay modificaciones estructurales, de 300°C a 400°C se pierde el agua en el cemento, se produce una coloración rosácea, de los 400°C a los 600°C hay un desprendimiento de la cal viva, tiene un color rojizo, y de 600°C a los 950°C se da la expansión de áridos, y al estos tener diferentes coeficientes de dilatación, se da la disgregación, se obtiene un color grisáceo como se muestra en la figura 8.

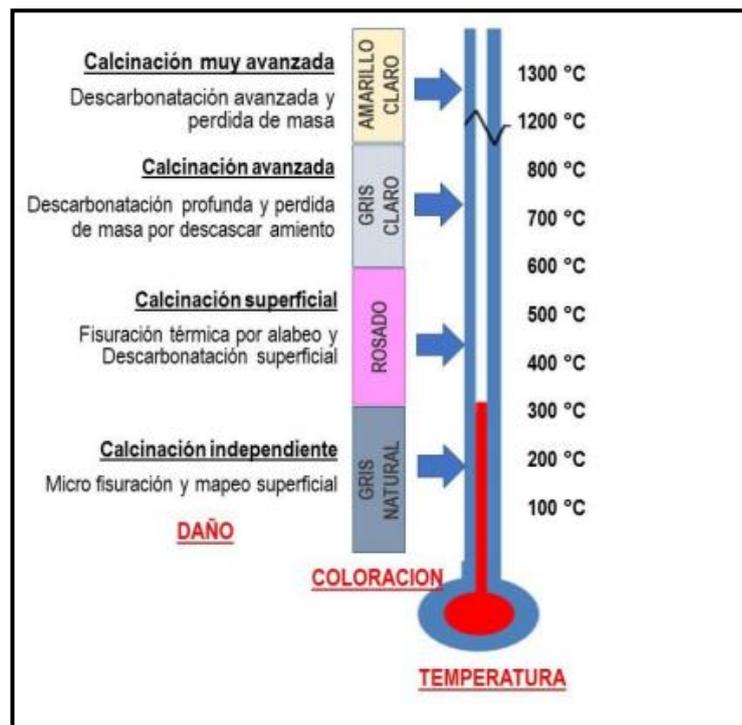


Figura 8. Color y Daño del concreto estructural.

Fuente: Faller 2004.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Método Investigación

Según Bernal (2010), El método hipotético – deductivo nos da una referencia de los procedimientos que inician en calidad de hipótesis, es con ello que se busca dar validez o rechazar una hipótesis, es llamado deductivo por que se deduce de la validez o rechazo de las hipótesis, las conclusiones se contrastan con los hechos.

En la presente investigación, se recolecto datos, desde una simulación de un hecho real, seguidamente se procedió a analizar estos datos para poder responder las preguntas planteadas.

Tipo de Investigación

Según Lozada (2016), las investigaciones de tipo aplicada, en la comunidad científica, son aquellas donde se realizan procedimientos para transforman un conocimiento teórico puro, en un conocimiento práctico y útil para la comunidad en general.

Es por ello que se adopta el tipo de investigación aplicada, ya que se recopilo información de investigaciones anteriores, así como la bibliografía relacionada al tema de estudio, y se procedió a poner en práctica, para al final dar una respuesta a los efectos que tiene los niveles de fuego por incendio en las propiedades mecánicas del concreto armado.

Diseño de Investigación

Para Sanchez, Reyes y Mejia (2018) el diseño cuasi-experimental, consiste en realizar un plan de trabajo que tiene por finalidad evaluar los efectos de un tratamiento o procedimiento de cambio, en la cual la muestra no es acogida de una forma aleatoria.

Es por ende que el diseño de este estudio es cuasi-experimental, ya que se manipulo la variable Niveles de fuego, siendo estas temperaturas de 300°C, 500°C y 700°C, de esta manera se analizó el efecto en el comportamiento mecánico del concreto armado, cuya muestra no fue elegida de manera aleatoria.

GE3	→ X3	→ O4
GE2	→ X2	→ O3
GE1	→ X1	→ O2
GC	--	→ O1

Dónde:

GE: Grupos experimentales

GC: Espécimen patrón

X1 : Concreto Armado Sometido a fuego a una temperatura de 300°C.

X2 : Concreto Armado Sometido a fuego a una temperatura de 500°C.

X3 : Concreto Armado Sometido a fuego a una temperatura de 700°C.

O1, O2, O3 y O4: Medición de indicadores de la variable propiedades mecánicas del concreto armado.

Nivel de Investigación

Para Hernández y otros (2014), la investigación correlacional “Tienen como propósito evaluar la relación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables (en un contexto particular)”.

La presente investigación es correlacional puesto que mide, describe, analiza y compara dos variables que están en relación, los efectos de los hechos en las características del objeto estudiado en este caso el concreto armado, se tiene dos variables que interactúan que son los niveles de fuego y las propiedades mecánicas del concreto armado.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente: Niveles de fuego

Definición Conceptual: Los niveles de Fuego son una forma de llamar a las fases que se llega en un incendio, estas fases son, la fase inicial, la fase de libre combustión y la fase latente o final, en estas se tienen diversas temperaturas las cuales se consideran en estudio.

Definición Operacional: Niveles de Fuego, cuyo indicador es la temperatura, variándose para llegar a las diversas fases de fuego en un incendio, para ello se tomó las temperaturas de 300°C, 500°C y 700°C, para poder abarcar un mayor rango de información.

3.2.2 Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto armado

Definición Conceptual: El concreto armado tiene dos propiedades importantes las cuales son resistencia a la compresión y resistencia a la tracción, así mismo se tiene la resistencia a la flexión, estas propiedades son muy importantes a la hora de construir viviendas seguras.

Definición Operacional: El concreto armado fue sometido a ensayos mecánicos para saber su resistencia a la compresión, tracción y flexión, cuyos valores son medidos haciendo uso de fichas de observación.

3.2.3 Operacionalización de variables

La operacionalización de variables se desarrolla en el anexo 1.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

Para Arias y otros (2016), la población de estudio es un conjunto de casos que cumplen con la referencia de la muestra, así como sus propiedades y características.

Para la presente investigación se considera como población todas aquellas

estructuras de concreto y concreto armado, que han sido sometidas a efectos de fuego.

3.3.2 Muestra

Según Hernández 2021, el muestreo no probabilístico usa métodos en los que no interviene el azar y por lo tanto, se desconoce la probabilidad de que cada espécimen en particular forme parte de la muestra.

En la presente investigación, se dio por conveniencia, considerando un tipo de muestreo no probabilístico y no aleatorio, donde se elaboró la muestra acorde las características que se necesita, se elaboraron 8 probetas de concreto y 7 vigas de concreto armado estos fueron los elementos especímenes sometidos a fuego, cada dos grupos de especímenes, en temperaturas de 300°C, 500°C y 700°C, respectivamente.

3.3.3 Muestreo

Hernández (2021), dice que el muestreo no probabilístico, es aquel que hace uso de métodos, donde no interviene el azar y por lo tanto es imposible saber la probabilidad asociada de que un individuo forme parte de la muestra.

En la presente investigación se hizo el uso de un muestreo no probabilístico, dado que se dio por conveniencia del investigador con el fin de obtener mejores resultados.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnica

Mendoza y Avila (2020), la observación directa es una inspección por medio de nuestros sentidos, una recopilación de datos basada en la espontaneidad con arreglos a las exigencias de la investigación.

En la presente investigación se observó los diversos ensayos de laboratorio, así como las diversas características que pudieran cambiar en nuestro espécimen.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Mendoza y Avila (2020), Menciona que todo instrumento utilizado en la recolección de datos, tiene que ser confiable, objetivo y valedero, en caso de que no se cumpliera uno de estos elementos, el instrumento se considera no útil y nos dará resultados inválidos o erróneo.

En la investigación se hizo uso de instrumentos confiables, cuyos resultados fueron sometidos a juicio para determinar su validez.

Los instrumentos que se utilizaron son los diversos equipos y herramientas de laboratorio para hallar las propiedades mecánicas del concreto armado.

Ensayo a Compresión

Estas máquinas de ensayo a compresión como se puede observar en la figura 9, son usadas para determinar, la resistencia a la compresión de concreto, estas se encuentran disponibles en una gran cantidad de marcas pueden llegar a ejercer cargas de mas de 1 000000 lbf.



Figura 9. Máquina de ensayo a compresión.

Fuente: <https://bit.ly/3k5DjK4>

Ensayo a Flexión

Con una máquina de ensayo a la flexión como se observa en la figura 10, se puede probar la resistencia de una viga, con una falla inferior a 30 000 lbf. Además de este ensayo estas máquinas pueden probar el módulo de elasticidad.



Figura 10. Máquina de ensayo a flexión.

Fuente: <https://bit.ly/3jY90oL>

Ensayo a Tracción

Con una máquina de ensayo a tracción como se observa en la figura 11 se medirá, la resistencia a tracción del acero, mediante un diagrama esfuerzo deformación.



Figura 11. Máquina de ensayo a tracción.

Fuente: <https://bit.ly/389g1QY>

3.4.3 Validez y Confiabilidad

La validez es el proceso mediante el cual un investigador que elabora o requiere hacer el uso de un instrumento recibe múltiples opiniones para analizar sus inferencias.

Según Skjong y Wentworth (2014), se puede considerar que los expertos son personas cuyo conocimiento sobre el tema nos puede hacer dar cuenta de posibles errores que se cometan, él nos da una tabla donde podemos interpretar la validez de nuestra investigación, detallada en la tabla 1,

Para la validación de los instrumentos de investigación que se emplearon en el presente estudio se realizó mediante un juicio de expertos así como también las certificaciones de los equipos de laboratorio a usarse en la investigación.

Tabla 1. Magnitudes y rango de la validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 – 0.65	Validez baja
0.60 – 0.65	Valida
0.66 – 0.71	Muy valida
0.72 – 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Santos (2017)

Para dar la confiabilidad a los instrumentos utilizados se utilizó la prueba de fidelidad de alfa de Crombach, que se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Datos de confiabilidad.

Objetos	ÍTEMS								Suma
	Claridad	Objetividad	Estructura	Eficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	5	4	4	4	5	5	4	5	36
2	5	5	5	4	4	5	4	5	37
3	4	4	4	4	4	4	4	4	32
Varianza	0.222	0.222	0.222	0.000	0.222	0.222	0.000	0.222	
\sum Varianzas	1.333								
Varianza \sum ítems	4.667								

Los datos de la tabla 2 se extrajeron del anexo 04 donde se tiene las fichas para corroborar.

Se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_1^2}{S_T^2} \right]$$

Dónde:

K : Cantidad de ítems

$\sum S_1^2$: Sumatoria de varianzas individuales

S_T^2 : Varianza total

α : Coeficiente de Alpha de Cronbach

Operando los datos se obtiene:

$$K = 8$$

$$\sum S_1^2 = 1.33$$

$$S_T^2 = 4.667$$

$$\alpha = 0.82$$

Según los valores indicados en la tabla 2, nuestro valor de alfa de Cronbach es de 0.82, de acuerdo a los parámetros presentados en la tabla 1, podemos decir que los instrumentos empleados en el presente estudio poseen una confiabilidad categorizada como “excelente validez”, dado que se encuentra en el rango de 0.72-0.99.

3.5. Procedimientos

A continuación se detallan los procesos que se realizaron en la investigación con el fin dar cumplimiento a los objetivos planteados, estos se desarrollaron en diferentes etapas, las cuales son:

Etapa de Elaboración de Especímenes:

Se elaboró dos tipos de especímenes, el primer tipo son: Testigos de concreto con una resistencia de 210 kg/cm², se elaboraron 8 de este tipo de especímenes, 2 nos sirvieron como patrón, y 6 fueron sometidos a diferentes temperaturas, que se detallan a continuación.

- Dos testigos fueron sometidos a fuego, hasta una temperatura de 300°C.
- Dos testigos fueron sometidos a fuego, hasta una temperatura de 500°C.
- Dos testigos fueron sometidos a fuego, hasta una temperatura de 700°C.

Todos los testigos fueron curados por un tiempo de 28 días.

Primeramente se peso el contenido de cemento, agregado y agua, necesarios para elaborar las briquetas como se muestra en la figura 12, siguiendo los lineamientos en el diseño de mezclas según el anexo 3.

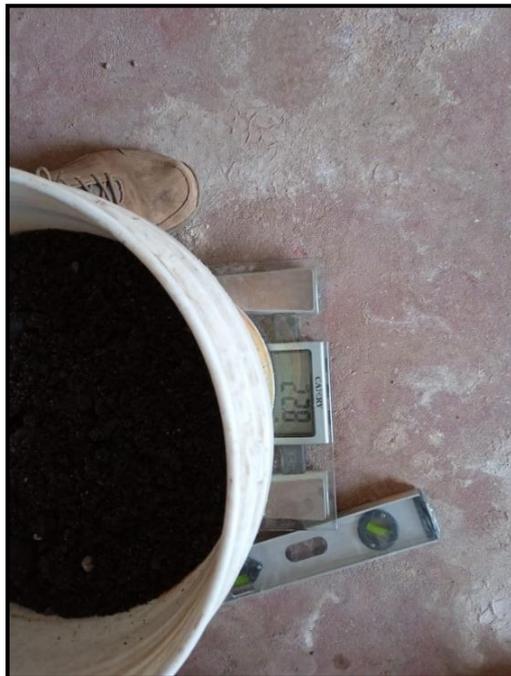


Figura 12. Pesaje de los insumos para el concreto.

Seguidamente se mezcló de tal manera que el compuesto estuviera lo más uniforme posible. Se procedió a llenar la mezcla en las briqueteras, cumpliendo con lo establecido en la norma NTP 339.033, como se muestra en la figura 13.



Figura 13. Apisonado del concreto.

Pasadas las 24 horas se procedió a retirar los moldes, y a ponerlos en recipientes para su curado como se muestra en la figura 14.



Figura 14. Curado de cilindros de concreto.

Por otro lado se elaboraron vigas de concreto armado, siendo estas el segundo tipo de especímenes, se elaboraron 7 vigas de concreto armado de 1m de largo x 0.25m de ancho x 0.25m de altura. El diseño es de una viga simplemente apoyada con un refuerzo en tensión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Según diseño se obtiene:

- Base = 0.25 m
- Altura = 0.25 m
- Longitud = 1.00 m
- $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- As = 1/2" (Acero longitudinal) y 1/4" (Estribos)

Se desarrolló conforme a lo mencionado en el Reglamento Nacional de Edificaciones en su capítulo E 0.60.

Primeramente se procedió a cortar las varillas de acero, para poder conformar la estructura de acero como se muestra en la figura 15.



Figura 15. Habilitado de acero.

Después de tener la estructura de acero, se procedió a habilitar la madera para poder realizar el encofrado como se muestra en la figura 16.



Figura 16. Habilidadado de madera.

Luego de tener listo el encofrado se procedió a colocar la estructura de acero como se muestra en la figura 17.



Figura 17. Estructura de acero y encofrado.

Para el concreto utilizado, se hizo uso del mismo diseño de mezclas para el tipo de especímenes 1, para la mezcla del concreto se hizo uso de una

mezcladora tipo tambor, como se muestra en la figura 18.



Figura 18. Mezclado del concreto.

Finalmente se procedió a vaciar las vigas cuidando que el recubrimiento sea uniforme, como se muestra en la figura 19. El curado de las vigas fue por unos 28 días, siendo tres veces al día.



Figura 19. Vaciado de concreto en vigas.

Etapa de sometimiento a niveles de fuego:

Pasados los 28 días del curado de ambos tipos de especímenes, se procedió a llevarlos al horno donde, se les sometido a fuego en diferentes temperaturas.

- Un primer grupo fue sometido a fuego hasta llegar a la temperatura de 300°C, este estuvo conformado por dos testigos del espécimen 1 y dos vigas del espécimen 2.
- Un segundo grupo fue sometido a fuego hasta llegar a la temperatura de 500°C, este estuvo conformado por 2 testigos del espécimen 1 y dos vigas del espécimen 2.
- Un tercer grupo fue sometido a fuego hasta llegar a la temperatura de 700°C, este fue conformado por 2 testigos del espécimen 1 y dos vigas del espécimen 2.

Para esta etapa, el control de la temperatura se realizó mediante un pirómetro industrial como se muestra en la figura 20, se comenzó sometiendo el primer grupo a una temperatura de 300°C.

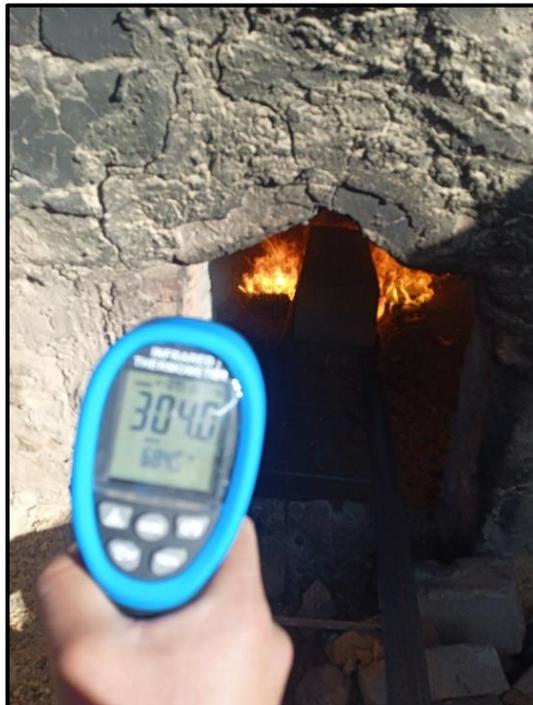


Figura 20. Especímenes sometidos a 300°C.

Seguidamente se sometió a fuego, el siguiente grupo de especímenes hasta una temperatura de 500°C como se muestra en la figura 21.



Figura 21. Especímenes sometidos a 500°C.

Posteriormente se sometió a fuego, el último grupo de especímenes hasta una temperatura de 700°C como se muestra en la figura 22.



Figura 22. Especímenes sometidos a 700°C.

Finalmente se procedió a destruir una viga de cada grupo experimental como se muestra en la figura 23 con el fin de recuperar el acero interno y realizar el ensayo de tracción en aceros.



Figura 23. Viga destruida.

Etapas de ensayos de laboratorio:

Ensayo de compresión en testigos de concreto.

Para el ensayo de compresión se llevó los testigos del espécimen 1, siendo 8 testigos, de los cuales 2 nos sirvieron de patrón, y los restantes 6 para realizar la comparación de variedad, según la temperatura a la cual fueron sometidos.

Primeramente se sometió al ensayo de compresión dos testigos como se muestra en la figura 24, que nos sirvieron como patrón para la comparación de resistencias.



Figura 24. Ensayo a compresión de probeta patrón.

Seguido se procedió a realizar el ensayo a compresión de los especímenes sometidos a 300°C como se muestra en la figura 25.



Figura 25. Ensayo a compresión de probeta sometida a 300°C.

Posteriormente se realizó el ensayo a compresión de los especímenes sometidos a 500°C como se muestra en la figura 26.

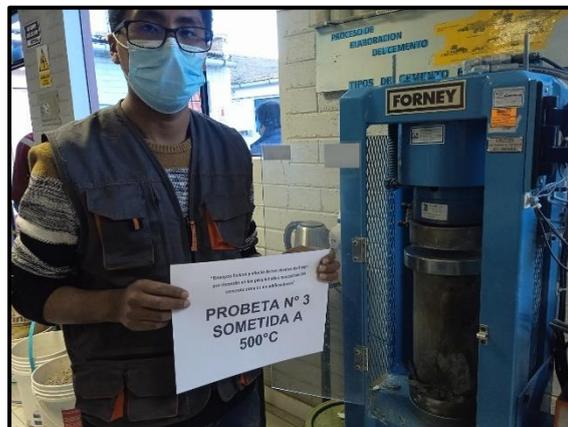


Figura 26. Ensayo a compresión de probeta sometida a 500°C.

Finalmente se realizó el ensayo de compresión en los especímenes, sometidos a 700°C tal como se muestra en la figura 27.

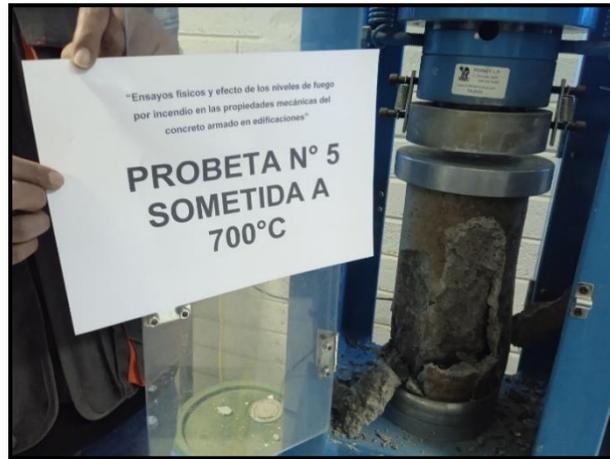


Figura 27. Ensayo a compresión de probeta sometida a 700°C.

Ensayo de flexión en vigas de concreto armado.

De igual manera para el ensayo de flexión, se llevó 4 de las 7 vigas que se elaboraron, donde 1 sirvió de patrón y las 3 restantes para realizar la comparación de las propiedades en estudio.

Inicialmente se sometido a ensayo la viga que nos servirá de patrón, como se muestra en la figura 28.



Figura 28. Ensayo a flexión viga patrón.

Seguidamente se procedió a realizar el ensayo de flexión para la viga sometida a 300°C, como se muestra en la figura 29.



Figura 29. Ensayo a flexión viga sometida a 300°C.

De igual manera se procedió a realizar el ensayo de flexión para la viga sometida a 500°C, tal y como se muestra en la figura 30.



Figura 30. Ensayo a flexión viga sometida a 500°C.

Finalmente se realizó el ensayo de flexión, para la viga sometida a 700°C, como se muestra en la figura 31.



Figura 31. Ensayo a flexión viga sometida a 700°C.

Ensayo de tracción en acero.

Finalmente para el ensayo de tracción, se hizo el uso de 3 de las vigas sometidas a las diferentes temperaturas, seguido se procedió a destruir el concreto existente de tal manera que solo quede el acero, este procedimiento se da con el fin de asemejarse lo más posible a una situación real de incendio.

Luego de retirar el concreto con sumo cuidado, se procedió a desarmar el acero, de tal manera de que nos queden varillas, para realizar el ensayo de tracción.

Finalmente se llevó al laboratorio 3 de las varillas, las cuales fueron las que estuviesen en el mejor estado posible, para realizar el ensayo como se muestra en la figura 32.



Figura 32. Ensayo de tracción del acero.

Todos los resultados de los ensayos realizados, fueron anotados en una libreta y procesados en los programas de análisis de datos correspondientes.

3.6. Método de análisis de datos

Para realizar el análisis de los datos obtenidos, de los resultados de laboratorio se hizo uso del estadístico inferencial, este nos pide desarrollar pruebas de normalidad y homocedasticidad, para elegir entre realizar una prueba paramétrica o no paramétrica, para realizar este procesamiento se usara el Minitab software estadístico y en su versión más actual posible.

3.7. Aspectos éticos

Siguiendo los lineamientos del código de ética de la Universidad César Vallejo aprobado bajo Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, el 23 de mayo de 2017.

En la presente investigación se cumplen con los lineamientos que se mencionan siendo los más resaltantes las siguientes mencionadas.

En el Artículo 4°. Búsqueda del Bienestar. Se menciona que las investigaciones se deberán orientar a hacer el bien de las personas, evitando riesgos y posibles daños, es por tanto que la presente investigación cumple con este artículo dado que el fin es obtener información para reducir desastres en incendios.

En el Artículo 15°. De la política antiplagio. Se menciona que el plagio es un delito, por ende se deberá citar las fuentes consultadas, y hacerlas pasar por el turnitin, es por ello que la presente investigación cumple con los lineamientos mencionados por que cuenta con todas las citas y es debidamente pasado por turnitin.

IV. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los diferentes ensayos de laboratorio realizados, los cuales son ensayos de compresión en testigos de concreto, ensayos de flexión en concreto armado y ensayo de tracción en acero, así como la comparación de los diferentes especímenes, y su comportamiento luego de ser sometidos a los diversos niveles de fuego.

Ensayo de compresión en testigos de concreto

El ensayo de compresión se realizó bajo la norma NTP: 339.214:2007, NTP 339,216:2007. Cuyos resultados se detallan a continuación.

Tabla 3. Datos obtenidos del ensayo a compresión.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA DE			EDA D (días)	ÁREA (cm ²)	CARG A (kg)	ROTURA (kg/cm ²)	%
			MOLDEO	SOMETIDO A NIVELES DE FUEGO	ROTURA					
1	PROBETA PATRÓN	210	30/05/2022	NO SOMETIDO	29/06/2022	30	176	36784	209	99.5%
2	PROBETA PATRÓN	210	30/05/2022	NO SOMETIDO	29/06/2022	30	176	36960	210	100.0%
3	PROBETA SOMETIDA A 300°C	210	30/05/2022	28/06/2022	29/06/2022	30	176	36080	205	97.6%
4	PROBETA SOMETIDA A 300°C	210	30/05/2022	28/06/2022	29/06/2022	30	176	35728	203	96.7%
5	PROBETA SOMETIDA A 500°C	210	30/05/2022	28/06/2022	29/06/2022	30	176	33440	190	90.5%
6	PROBETA SOMETIDA A 500°C	210	30/05/2022	28/06/2022	29/06/2022	30	176	33080	188	89.5%
7	PROBETA SOMETIDA A 700°C	210	30/05/2022	28/06/2022	29/06/2022	30	176	27104	154	73.3%
8	PROBETA SOMETIDA A 700°C	210	30/05/2022	28/06/2022	29/06/2022	30	176	27280	155	73.8%

Con los resultados obtenidos se puede evidenciar que la resistencia del concreto a la compresión va decayendo conforme es expuesto a una mayor temperatura, como se observa en la tabla 3.

Tabla 4. Resultados obtenidos de la probeta patrón y el sometido a 300°C

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO DE CARGA ALCANZADO POR LOS ESPECÍMENES (kg/cm ²)	%
PROMEDIO PROBETA PATRÓN	209.5	99.8%
PROMEDIO PROBETA SOMETIDA A 300°C	204	97.1%

En la etapa inicial donde se somete a 300°C, el concreto demuestra una

buena resistencia al fuego, dado que comparándolo con nuestras probetas patrón decaen un 3% aproximadamente como se observa en la tabla 4, plasmado en un gráfico de barras se puede observar la diferencia en la resistencia a la compresión a los cuales llegaron ambos tipos de especímenes, como se puede evidenciar en la figura 33.



Figura 33. Comparación resistencia compresión de probeta patrón y 300°C.

En la etapa media se alcanzó la temperatura de 500°C, podemos evidenciar que la resistencia del concreto a la compresión ha ido decayendo aún más, en promedio la reducción de la resistencia está en un 10% aproximadamente, como se demuestra en la tabla 5, por otro lado en el gráfico de barras de la figura 34 se aprecia mejor la reducción de la resistencia la compresión del concreto.

Tabla 5. Resultados obtenidos de la probeta patrón y el sometido a 500°C

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO DE CARGA ALCANZADO POR LOS ESPECÍMENES (kg/cm ²)	%
PROMEDIO PROBETA PATRÓN	209.5	99.8%
PROMEDIO PROBETA SOMETIDA A 500°C	189	90.0%



Figura 34. Comparación resistencia compresión de probeta patrón y 500°C.

En la etapa final se pudo alcanzar la temperatura de los 700°C, se pudo observar que la resistencia a la compresión del concreto ha sido mermada enormemente como se aprecia en la tabla 6, el grafico de barras en la figura 35 nos ayuda a evidenciar mucho mejor este fenómeno.

Tabla 6. Resultados obtenidos de la probeta patrón y el sometido a 700°C

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO DE CARGA ALCANZADO POR LOS ESPECÍMENES (kg/cm ²)	%
PROMEDIO PROBETA PATRÓN	209.5	99.8%
PROMEDIO PROBETA SOMETIDA A 700°C	154.5	73.6%



Figura 35. Comparación resistencia compresión de probeta patrón y 700°C

En el gráfico de barras de la figura 36, podemos evidenciar la evolución de la resistencia del concreto, conforme es sometido a una mayor temperatura.

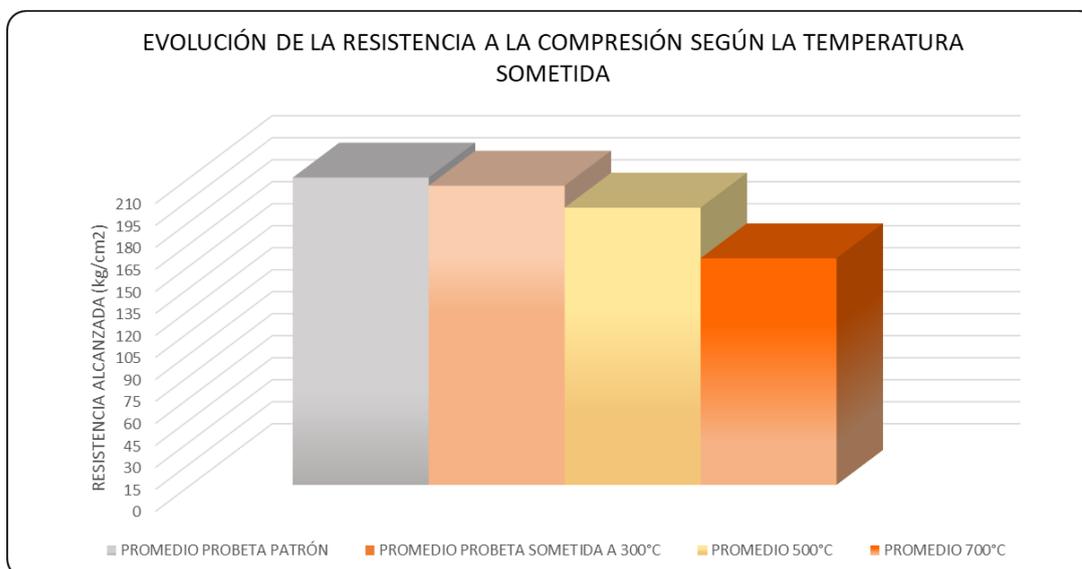


Figura 36. Evolución de la resistencia a la compresión de los ensayos.

Ensayo de flexión de vigas de concreto armado

El ensayo de flexión se realizó bajo la norma NTP: 339.079.

Cuyos resultados obtenidos se detallan en la tabla 7, podemos observar que la resistencia a flexión de las vigas de concreto armado ha ido decayendo conforme fueron sometidas a mayores temperaturas.

Tabla 7. Datos obtenidos del ensayo a flexión.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE		FUERZA (N)	CARGA MÁXIMA (KN)
		MOLDEO	SOMETIDO A NIVELES DE FUEGO		
1	VIGA PATRÓN	30/05/2022	NO SOMETIDO	125,390.00	125.39
2	VIGA SOMETIDA A 300°C	30/05/2022	28/06/2022	120,810.00	120.81
3	VIGA SOMETIDA A 500°C	30/05/2022	28/06/2022	84,250.00	84.25
4	VIGA SOMETIDA A 700°C	30/05/2022	28/06/2022	83,070.00	83.07

Inicialmente se sometió una de las vigas, a los 300°C, y los resultados de

laboratorio nos indican que la carga máxima a la cual llego es inferior a la viga patrón como se muestra en la tabla número 8, por ende podemos decir que la resistencia a la flexión de la viga descendió, también podemos visualizar en el gráfico de barras en la figura 37 la diferencia en la resistencia por flexión de la viga patrón y la viga sometida a 300°C, cabe indicar que la falla es dúctil.

Tabla 8. Resultados obtenidos de viga patrón y de viga sometida a 300°C

DESCRIPCIÓN	CARGA MÁXIMA (KN)	%
VIGA PATRÓN	125.39	100%
VIGA SOMETIDA A 300°C	120.81	96.4%

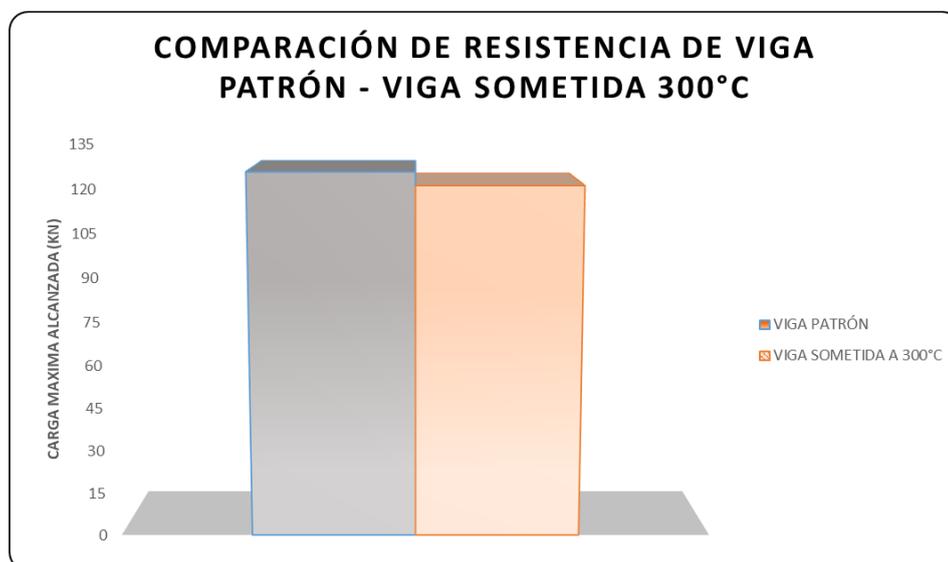


Figura 37. Comparación resistencia a la flexión de viga patrón y 300°C.

Seguidamente, se alcanzó la temperatura de 500°C, físicamente la viga comenzó a presentar pequeñas fisuras y grietas en la parte superficial de las caras, así como un cambio de color de gris a beige, cabe precisar que la resistencia a la flexión de la viga de concreto armado, se vio mermada en una gran proporción, como se muestra en la tabla 9, físicamente, y para poder visualizar mejor se ve la comparación de la diferencia de resistencias a la flexión en la figura 38.

Tabla 9. Resultados obtenidos de viga patrón y de viga sometida a 500°C.

DESCRIPCIÓN	CARGA MÁXIMA (KN)	%
VIGA PATRÓN	125.39	100%
VIGA SOMETIDA A 500°C	84.25	67.2%

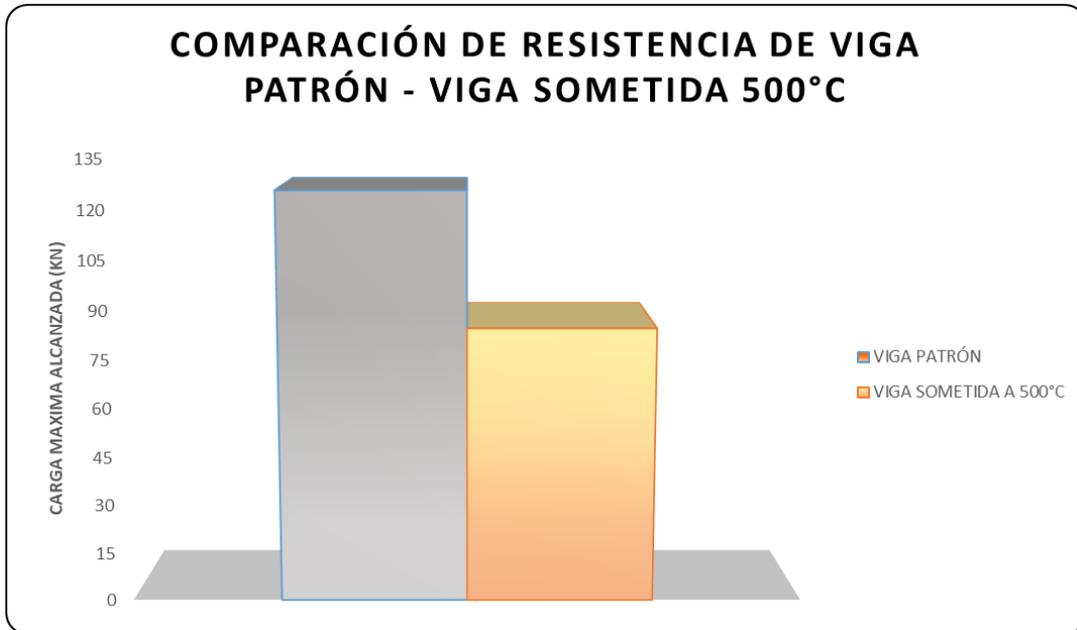


Figura 38. Comparación resistencia a la flexión de viga patrón y 500°C.

Finalmente una de las vigas fue sometida a 700°C, físicamente la viga presentaba múltiples fisuras en su caras superficiales, el color también cambio de gris a un beige, con respecto a la resistencia por flexión que se obtuvo este disminuyo enormemente con relación a nuestra viga patrón, como se muestra en la tabla 10, también se muestra un gráfico de barras donde se puede observar la diferencia de resistencias obtenidas por flexión como se muestra en la figura 39, por otro lado cabe resaltar que en comparación con la viga sometida a 500°C la diferencia es mínima, el tipo de falla es dúctil.

Tabla 10. Resultados obtenidos de viga patrón y de viga sometida a 700°C

DESCRIPCIÓN	CARGA MÁXIMA (KN)	%
VIGA PATRÓN	125.39	100%
VIGA SOMETIDA A 700°C	83.07	66.3%



Figura 39. Comparación resistencia a la flexión de viga patrón y 700°C.

En el gráfico de barras de la figura 40, podemos visualizar el comportamiento de la resistencia por flexión tanto de la viga patrón, como de las vigas sometidas a 300°C, 500°C y 700°C respectivamente.

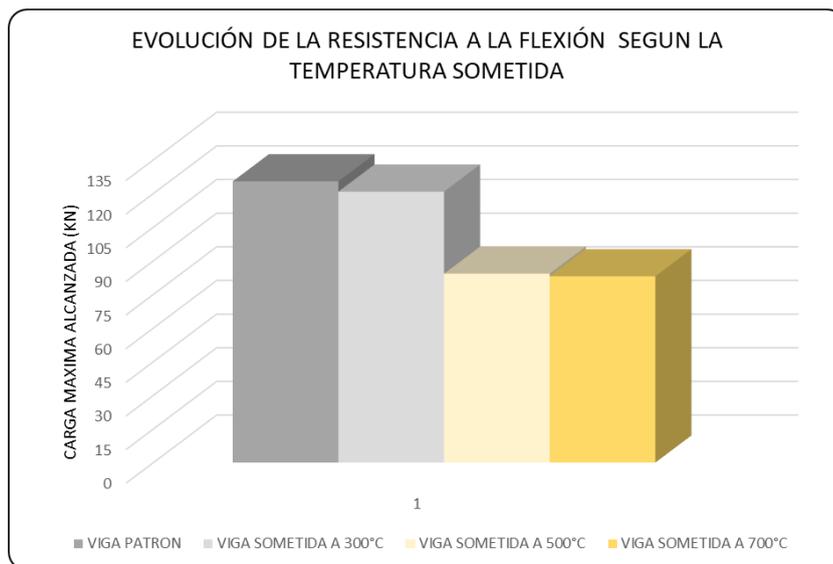


Figura 40. Evolución de la resistencia a la flexión del concreto armado a las diferentes temperaturas.

Ensayo de tracción del acero

El ensayo de tracción al acero se hizo bajo la norma, ASTM A370 –21 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

ASTM E8/E8M–16ae1: Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials

Cuyos resultados se observan en la tabla 11, podemos observar que tanto la carga como el esfuerzo de fluencia y máxima van decayendo conforme va aumentado el nivel de temperatura.

Tabla 11. Datos obtenidos del ensayo a tracción.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		CARGAS (KN)		ESFUERZOS (Mpa)		ALARGAMIENTO (%)
		SOMETIDO A NIVELES DE FUEGO	ROTURA	FLUENCIA	MÁXIMA	FLUENCIA	MÁXIMA	
1	PROBETA SOMETIDA A 300°C	28/06/2022	08/07/2022	60.9	89.5	472	694	18.5%
2	PROBETA SOMETIDA A 500°C	28/06/2022	08/07/2022	60	88.7	465	688	18.8%
3	PROBETA SOMETIDA A 700°C	28/06/2022	08/07/2022	59.2	87.4	459	678	17.0%

Luego de recuperar las barras de acero de las vigas sometidas a diferentes temperaturas, se realizaron los ensayos de tracción del acero, el acero recuperado de la viga sometida a 300°C tuvo un comportamiento esfuerzo deformación como se muestra en la figura 41.

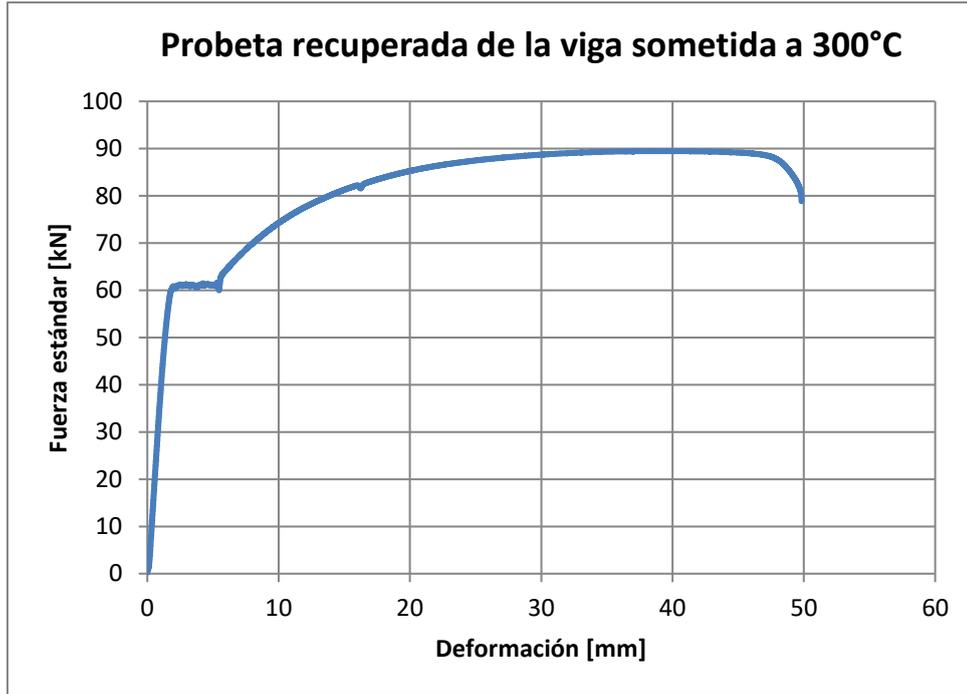


Figura 41. Diagrama esfuerzo – deformación acero, viga sometida a 300°C.

De la misma forma se realizó el ensayo de tracción del acero, recuperado de la viga sometida a 500°C, se puede observar una ligera disminución de la carga y esfuerzo, tanto de fluencia como la máxima, se muestra en la figura 42 el diagrama esfuerzo deformación.

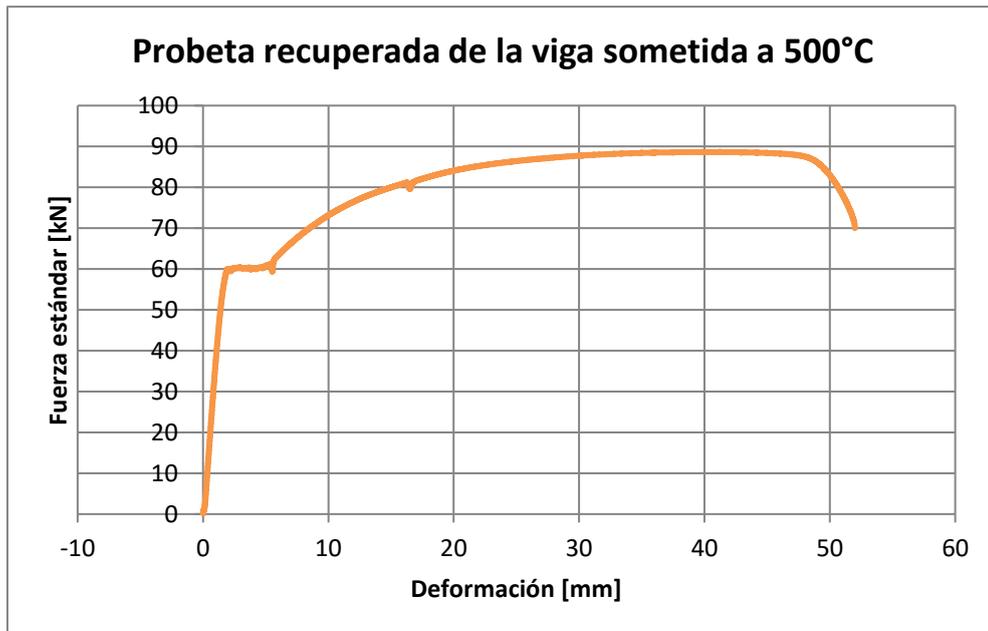


Figura 42. Diagrama esfuerzo – deformación acero, viga sometida a 500°C

De igual manera se realizó el ensayo de tracción del acero, recuperado de la viga sometida a 700°C, podemos observar que la disminución de la carga y esfuerzo, tanto de fluencia como la máxima se continúa acrecentando, aunque mínimamente, se muestra en la figura 43 el diagrama esfuerzo deformación.

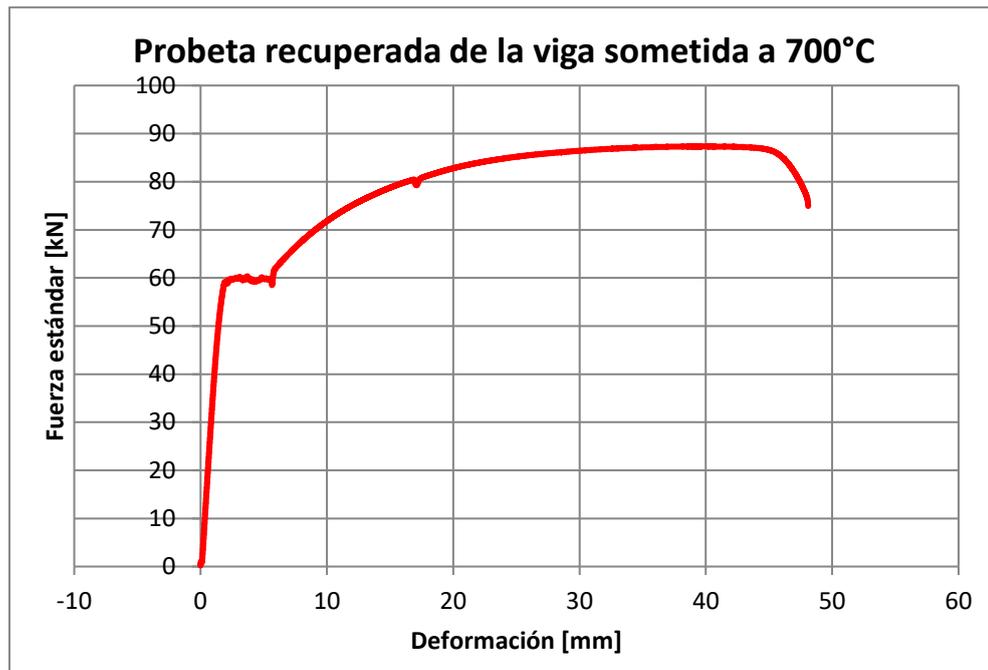


Figura 43. Diagrama esfuerzo – deformación acero, viga sometida a 700°C

Por último en la figura 44 se tiene el diagrama esfuerzo deformación de todas las barras de acero sometidas a ensayo, podemos evidenciar que si bien hay una disminución en los esfuerzos esta es mínima, cabe resaltar que el recubrimiento que se empleó en las vigas es de 5cm, por ende el acero no se vio afectado demasiado y aún conserva sus propiedades.

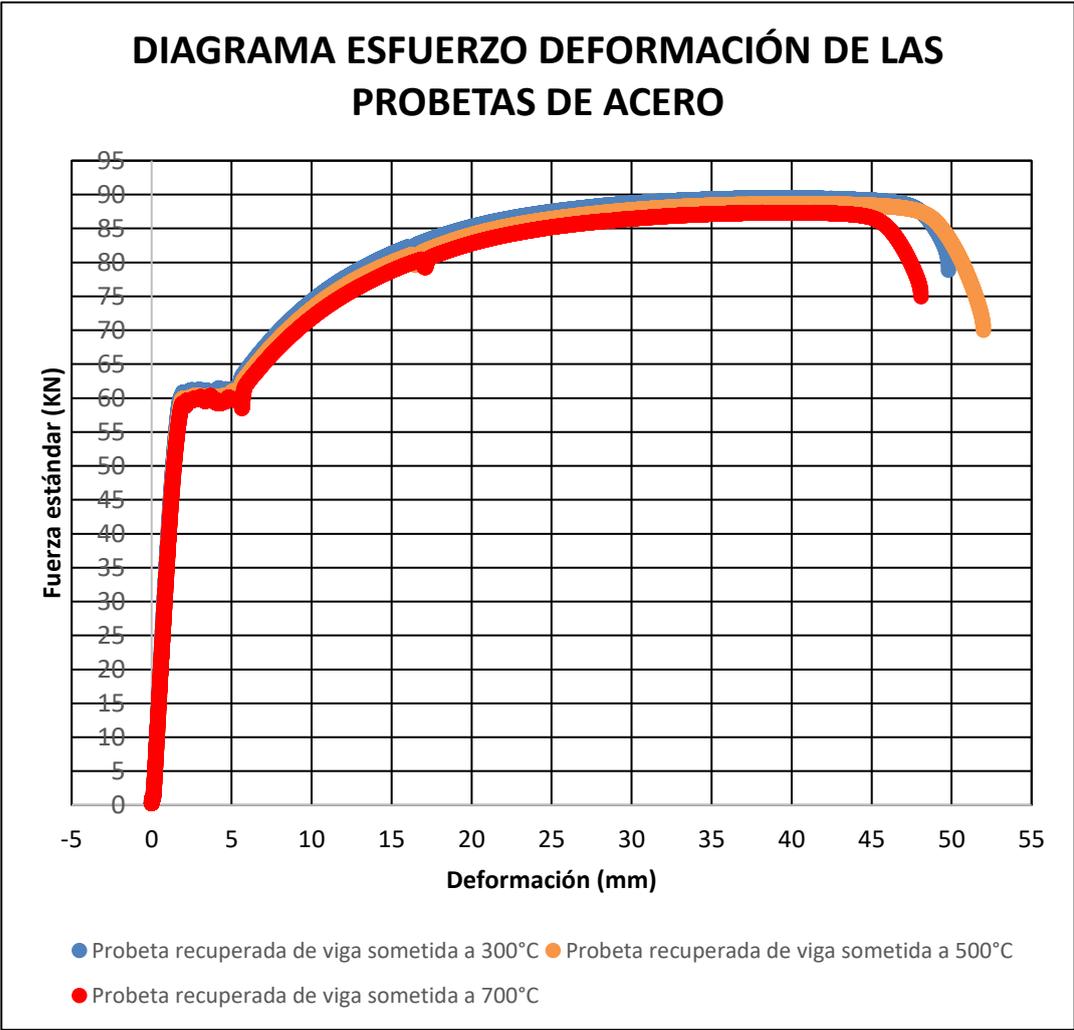


Figura 44. Diagrama esfuerzo – deformación de las barras de acero

4.1 Contrastación de hipótesis.

Para la contrastación de hipótesis nos ayudamos del software Minitab, para tener mejores cálculos.

Se usó un nivel de significancia de:

$$\alpha = 0.05$$

Este nivel de significancia es recomendado para investigaciones de ingeniería, dado que nos ofrece un nivel de confianza del 95%.

El estadístico de prueba utilizado será el t de student, puesto que tenemos variables cuantitativas y nuestra muestra de n es menor a 30.

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

t = t de student calculado.

\bar{x} = media muestral

u = valor de SN sin alterar

S = desviación estándar

n = número de muestra

Para rechazar o aceptar nuestra hipótesis nula, debemos tener en cuenta que si el valor calculado del estadístico de prueba se ubica en la región crítica se rechaza la hipótesis nula H_0 , por ende aceptamos la hipótesis alternativa H_i .

Valor $p >$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la H_0 y se rechaza H_i .

Valor $p <$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la H_i y se rechaza H_0 .

4.1.1. Contrastación de hipótesis específica 1.

$H_0: \mu=210 \text{ kg/cm}^2$ Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio no afectan en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C.

H1: $\mu \neq 210 \text{ kg/cm}^2$ Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C.

A continuación en la tabla 12 se presenta datos que nos servirán para realizar la prueba t de student.

Tabla 12. Datos estadísticos para hipótesis específica 1.

Variable	Rotura (kg/cm ²)	Media	Desv. Est.
Testigo Patrón	210	189.25	22.91
	209		
Testigo sometido a 300°C	205		
	203		
Testigo sometido a 500°C	190		
	188		
Testigo sometido a 700°C	154		
	155		

Procedemos a hallar el t calculado

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{189.25 - 210}{\frac{22.91}{\sqrt{8}}}$$

$$t = -2.56$$

Seguido hallamos el valor del t de tablas, sabiendo que los grados de libertad (gl) = 7 y el nivel de significancia 0.05, donde:

$$t = \mp 2.365$$

Graficando, podemos apreciar en la figura 45 mejor los datos obtenidos y lo que simbolizan.

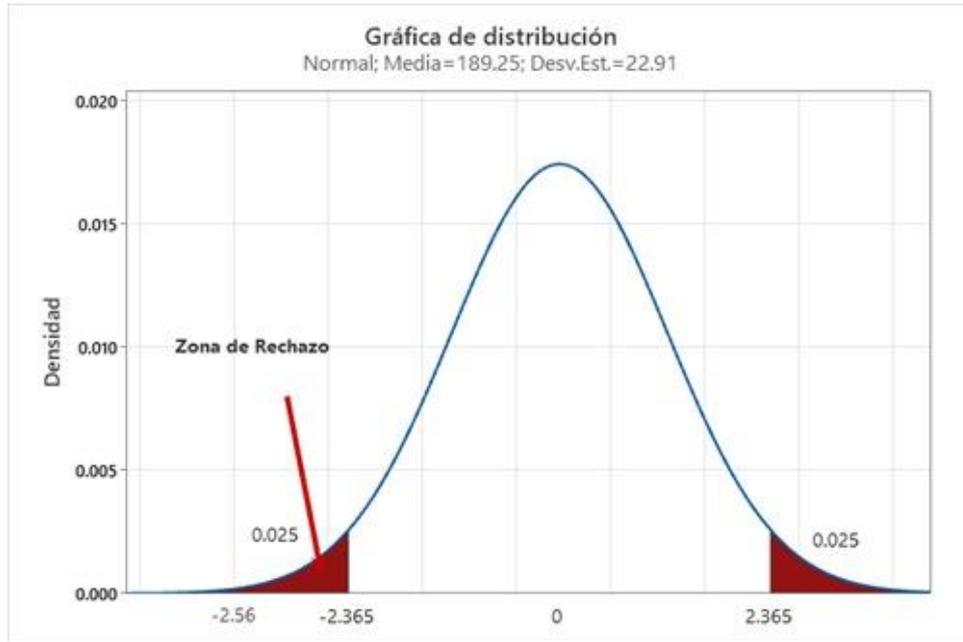


Figura 45. Gráfico de prueba estadística para la hipótesis específica 1.

Podemos ver que nuestro t calculado, es mayor al t de tablas, cayendo en la zona de rechazo, es por ello que rechazamos nuestra hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa que es “Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C.”

Coeficiente de correlación de Pearson.

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x * \sigma_y}$$

Dónde:

r = coeficiente de correlación de Pearson.

σ_{xy} = Covarianza cuyo dato es - 6675.

σ_x = Desviación estándar de x cuyo dato es 298.61.

σ_y = Desviación estándar de y cuyo dato es 24.73.

Se tiene entonces en la figura 46 el grafico de dispersión, junto con el cálculo realizado.

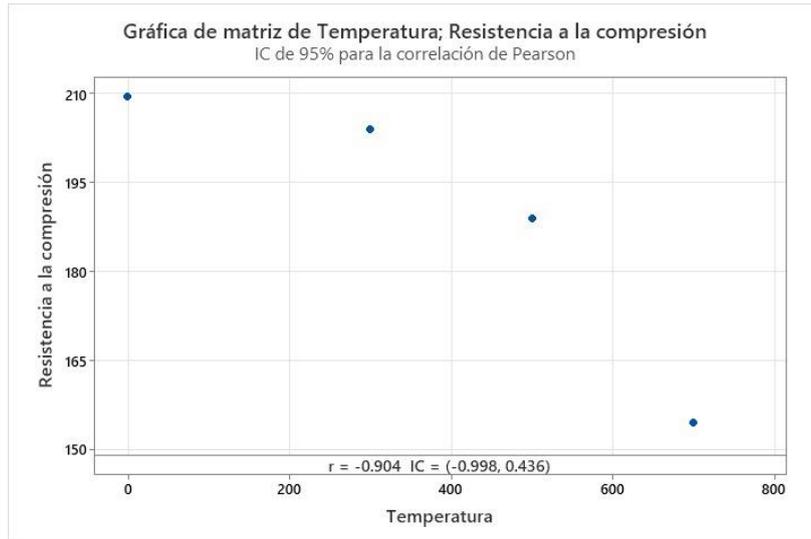


Figura 46. Gráfico de dispersión hipótesis específica 1.

Donde podemos observar que el coeficiente de Pearson hallado según los datos es $r = -0.904$, entonces podemos decir que hay una correlación inversa fuerte.

4.1.2. Contrastación de hipótesis específica 2.

Se plantean las siguientes hipótesis nula y alternativa.

$H_0: \mu=125.39$ Los ensayos físicos determinan que los niveles de fuego por incendio no afectan en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C.

$H_1: \mu \neq 125.39$ Los ensayos físicos determinan que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C.

El nivel de significancia empleado es de 5%.

A continuación en la tabla 13 se presenta datos que nos servirán para realizar la prueba t de student.

Tabla 13. Datos estadísticos para hipótesis específica 2.

Variable	Rotura (KN)	Media	Desv. Est.
Viga Patrón	125.39	103.38	22.85
Viga sometida a 300°C	120.81		
Viga sometida a 500°C	84.25		
Viga sometida a 700°C	83.07		

Procedemos a hallar el t calculado

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{103.38 - 125.39}{\frac{22.85}{\sqrt{4}}}$$

$$t = -1.93$$

Seguido hallamos el valor del t de tablas, sabiendo que los grados de libertad (gl) = 3 y el nivel de significancia 0.05, donde:

$$t = \mp 3.182$$

Graficando podemos observar de mejor manera los datos en la figura 47.



Figura 47. Gráfico de prueba estadística para la hipótesis específica 2.

Podemos ver que nuestro t calculado, es menor al t de tablas, cayendo en la zona de aceptación, es por ello que aceptamos nuestra hipótesis nula “Los ensayos físicos determinan que los niveles de fuego por incendio no afectan en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C.”

Coeficiente de correlación de Pearson.

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x * \sigma_y}$$

Dónde:

r = coeficiente de correlación de Pearson.

σ_{xy} = Covarianza cuyo dato es - 6184.33.

σ_x = Desviación estándar de x cuyo dato es 298.61.

σ_y = Desviación estándar de y cuyo dato es 22.85.

Se tiene entonces en la figura 48 el grafico de dispersión, junto con el cálculo realizado.

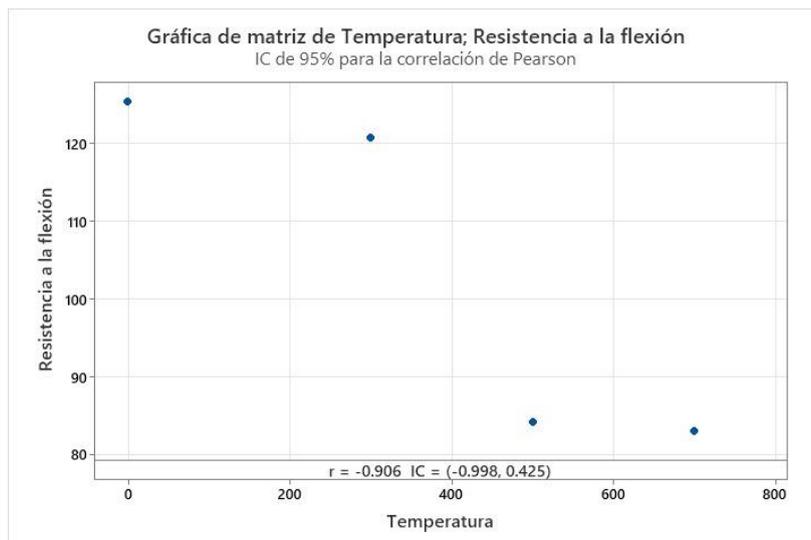


Figura 48. Gráfico de dispersión hipótesis específica 2.

Donde podemos observar que el coeficiente de Pearson hallado según los datos es $r = -0.906$, entonces podemos decir que hay una correlación inversa fuerte.

4.1.3. Contrastación de hipótesis específica 3.

Se plantean las siguientes hipótesis nula y alternativa.

$H_0: \mu = 420$ Mpa Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio no afectan en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C , 500°C y 700°C .

$H_1: \mu \neq 420$ Mpa Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C , 500°C y 700°C .

El nivel de significancia empleado es de 5%.

A continuación en la tabla 14 se presenta datos que nos servirán para realizar la prueba t de student.

Tabla 14. Datos estadísticos para hipótesis específica 3.

Variable	Rotura (KN)	Media	Desv. Est.
Acero de viga sometida a 300°C	472	465.33	6.51
Acero de viga sometida a 500°C	465		
Acero de viga sometida a 700°C	459		

Procedemos a hallar el t calculado

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{465.33 - 420}{\frac{6.51}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 12.06$$

Seguido hallamos el valor del t de tablas, sabiendo que los grados de libertad (gl) = 2 y el nivel de significancia 0.05, donde:

$$t = \mp 4.303$$

Graficando podemos observar de mejor manera los datos en la figura 49.

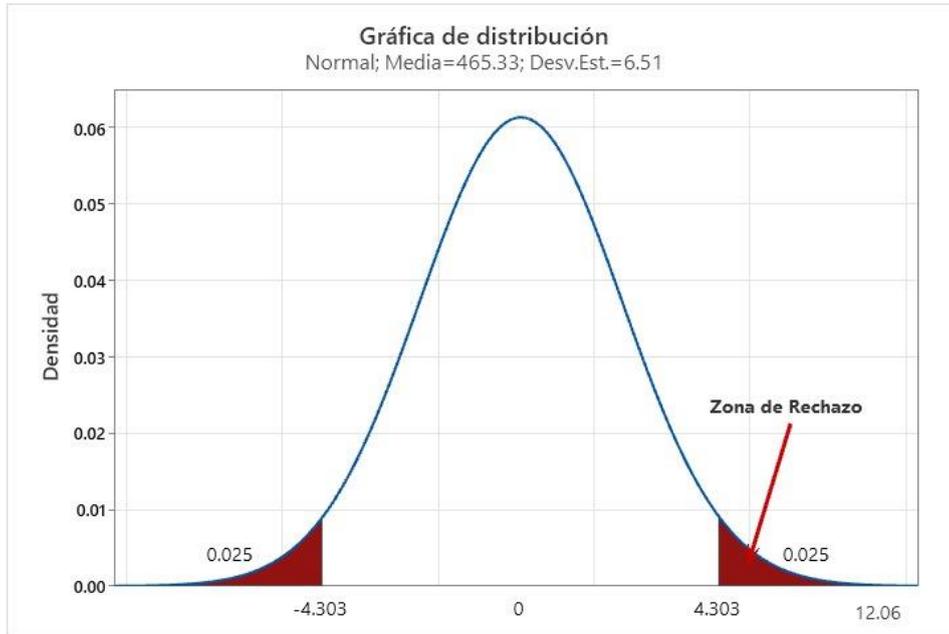


Figura 49. Gráfico de prueba estadística para la hipótesis específica 3.

Podemos ver que nuestro t calculado, es mayor al t de tablas, cayendo en la zona de rechazo, es por ello que rechazamos nuestra hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa que es “Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C.”

Coefficiente de correlación de Pearson.

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x * \sigma_y}$$

Dónde:

r = coeficiente de correlación de Pearson.

σ_{xy} = Covarianza cuyo dato es - 1300.

σ_x = Desviación estándar de x cuyo dato es 200.

σ_y = Desviación estándar de y cuyo dato es 6.51.

Se tiene entonces en la figura 50 el gráfico de dispersión, junto con el cálculo realizado.

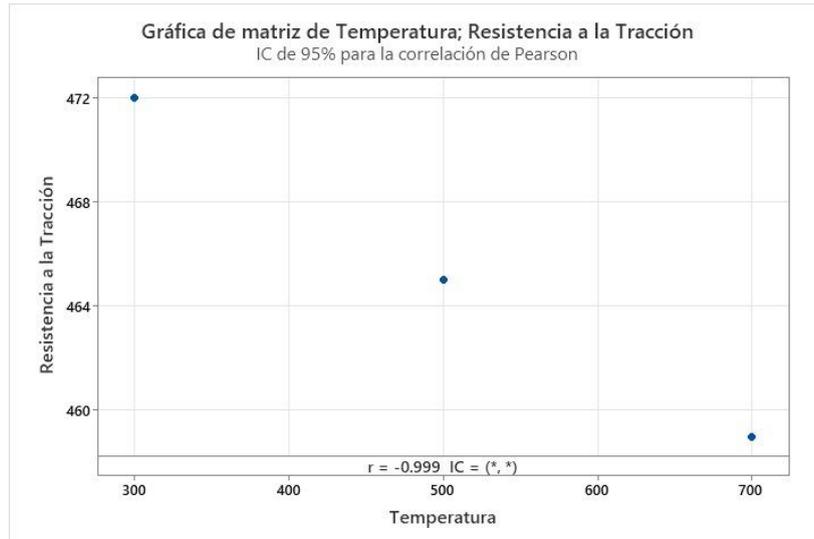


Figura 50. Gráfico de dispersión hipótesis específica 3.

Donde podemos observar que el coeficiente de Pearson hallado según los datos es $r = -0.999$, entonces podemos decir que hay una correlación inversa fuerte.

V. DISCUSIÓN

Mediando los resultados obtenidos en la presente investigación, podemos decir que, en forma genérica las propiedades del concreto armado sometido a niveles de fuego por incendio, comienzan a descender progresivamente conforme se aumenta la temperatura, caso contrario del acero donde se obtuvo un incremento de la resistencia por flexión que nos dan los fabricantes.

- En la tesis de Condor R. (2021), indica que el cambio brusco de temperatura afecta negativamente a las propiedades del concreto. Esta conclusión es acorde con nuestra investigación, dado que se pudo apreciar el descenso de la resistencia del concreto. También menciona que no todo el concreto es quemado uniformemente, debido a que el fuego flamea. También estamos de acuerdo con esto puesto que se pudo observar que hay ciertas zonas donde el fuego afecta con mayor intensidad, y la temperatura misma de la estructura no es uniforme.
- En la tesis de Quispe, L.; Quispe, M.(2020), mencionan que a partir de los 500°C, el concreto armado sufre cambios muy importantes, sufriendo descascaramiento térmico. Coincidimos con esta conclusión dado que nuestra viga de concreto armado sometido a 500°C comenzó a sufrir una calcinación superficial, provocando agrietamiento y pequeños descascaramientos, por otro lado nuestra viga sometida a 700°C sufrió de mucho mas este fenómeno, esto se reflejó en los ensayos de flexión de las vigas, donde la viga de 300°C tiene apenas un 3.6% de pérdida en su resistencia a la flexión, cosa distinta con la viga sometida a 500°C cuya pérdida representa el 32.8% de la resistencia total a flexión, y en la viga sometida a 700°C la pérdida representa el 33.7%.
- En la tesis de Zelaya R. (2020), resalta que en sus ensayos de tracción del acero, la alta temperatura provoco un incremento en el esfuerzo de fluencia con respecto a lo que indica el fabricante, esto debido a un tratamiento térmico de temple involuntaria. En la

presente investigación también se observa un incremento en el esfuerzo de fluencia y máximo correspondientemente, no obstante, cabe indicar que en los aceros de la viga sometida a 300°C fue donde el acero obtuvo un mayor incremento del esfuerzo de fluencia, decayendo mínimamente de manera progresiva en los aceros de las vigas sometidas a 500°C y 700°C, respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

Respondiendo al objetivo principal de la investigación, se determinó que ciertos niveles de fuego afectan de manera más directa en las propiedades mecánicas del concreto armado, de forma genérica podemos decir que a mayor temperatura, mayor será el efecto en las propiedades del concreto armado, según los resultados las propiedades mecánicas no sufren un descenso mínimo a una temperatura de 300°C, al llegar a los 500°C, este descenso en las resistencias de las propiedades se va acrecentando, y a los 700°C el efecto es mayor.

Respondiendo al objetivo específico número 1, Podemos decir que el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones, va descendiendo según la temperatura a la que se haya sometido, es por ello que a 300°C la resistencia a la compresión, en comparación a un espécimen que no fue sometido a fuego, se ve disminuida, no obstante cabe resaltar que esta disminución, es mínima representando un 3%, a nivel físico no se observa un cambio brusco en el color natural del concreto. Al ser sometido a 500°C podemos observar que el concreto sigue perdiendo su resistencia a compresión, podemos considerar que esta disminución es del 10%, con respecto a los especímenes no sometidos a fuego, a nivel físico sufre un cambio de color leve a beige. Cuando es sometido a 700°C el concreto sufre una disminución en su resistencia a la compresión, esta es muy significativa dado que representa un 26% con respecto a los especímenes no sometidos a fuego, a nivel físico sufre un cambio a notorio a color beige.

Respondiendo al objetivo específico número 2 de la investigación, el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones va descendiendo, según los resultados obtenidos a 300°C la resistencia a flexión de una viga de concreto armado, pierde un 4% de su resistencia, a nivel físico no tiene un importante

cambio. A 500°C se ve un descenso muy significativo de la resistencia a flexión, representando un 33% de disminución de su resistencia, a nivel físico se logra evidenciar varias fisuras en las capas superficiales de la viga, por otro lado un pequeño incremento en las dimensiones de la viga a nivel longitudinal, evidenciando una propiedad de dilatación, el color cambio a un beige y negro en partes donde el fuego afecto más en la viga. A 700°C si bien la disminución no es significativa con respecto a un espécimen que no fue sometido, representando un descenso en la resistencia a flexión de 34%, y respecto al nivel anterior analizado que fue de 500°C, el descenso fue de 1%, se pudo observar que la falla en ambos casos fue dúctil, a nivel físico se observó un descascaramiento en las caras superficiales de la viga, el color beige también fue evidente, con zonas de color negro.

Respondiendo al objetivo específico número 3, medir el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a la tracción del acero en edificaciones, a 300°C se alcanzó una resistencia de fluencia de 472 Mpa y una resistencia máxima de 694 Mpa, a 500°C las resistencias disminuyeron de forma gradual siendo la resistencia de fluencia de 465 Mpa y una máxima de 688 Mpa, por otro lado las resistencias a 700°C fueron de 459 Mpa para la resistencia de fluencia y 678 Mpa para la resistencia máxima, cabe recordar que los especímenes fueron recuperado de vigas sometidas a esas temperaturas, el recubriendo fue de 5cm, por otro lado comprándolo con las especificaciones de los vendedores del producto, nuestro especímenes obtuvieron una mayor resistencia en todos los casos.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar los mismos ensayos en diferentes niveles de fuego, con el fin de poder evaluar de manera más óptima el comportamiento de las propiedades del concreto armado.

Se recomienda también que los especímenes que vayan a ser sometidos a fuego, después del curado tengan un tiempo de secado, esto dependiendo de las situaciones climáticas de la zona donde se realice el ensayo, dado que muchas veces el espécimen aun cuenta con humedad o agua dentro, esto al someterlo al fuego produce vapor cambiando los resultados deseados.

Se recomienda continuar con el estudio del comportamiento a tracción de aceros en concreto armado sometidos a fuego, dado que en la presente investigación se evidencio que con respecto a las indicaciones de fabricación, nuestro acero incremento su resistencia esto puede deberse a el contenido de humedad que aun hubiera existido en el espécimen, dando un tratamiento térmico de vapor.

Se recomienda hacer un estudio físico-químico del agua a emplearse para el curado del concreto, dado que este puede tener químicos que pueda alterar el comportamiento del concreto armado, y esto verse reflejado al someterse al fuego, dando resultados variados.

REFERENCIAS

ALONSO, C.; LAGUNA, Flor. Determinación de la profundidad de daño en estructuras de hormigón post-incendio. Artículo Científico de la Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, 2013, vol. 3, no 1, p. 1-16.

Disponible en: <https://bit.ly/39bl0kX>

ALVARADO, Giovanni. Estudio del comportamiento del concreto estructural expuesto al fuego. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil, 2016, vol. 25, no1, p. 93 – 98.

Disponible en: <https://bit.ly/3tuGMHs>

ARIAS, F., 2012. El proyecto de Investigación 6ta edición [en línea]. S.I.: Episteme. ISBN 980-07-8529-9.

Disponible en: <https://bit.ly/3LHTqJZ>.

BESPIN, Angel, et al. Efecto del fuego sobre la resistencia a tracción del acero de refuerzo en losas. Artículo Científico de la Revista de Ingeniería UC, 2018.

Disponible en: <https://bit.ly/3aKSpn2>

BERNAL, César. Metodología de la investigación. Pearson, Colombia, 2010.

Disponible en: <https://bit.ly/3v54VFu>

CACHI, Christian; ESPINOZA, Ernye, (2019). Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, reforzado con alambre negro recocido N° 8 en forma vertical con un recubrimiento de 5 cm con referencia a un concreto patrón, sometida a variación de temperatura a 800° C , 900° C y 1000° C . Tesis de Licenciatura 2019.

Disponible en: <https://bit.ly/3vNE4xP>

CÁRDENAS, C. Análisis normativo y simulación del comportamiento en caso de

incendio del edificio instituto de obras civiles, de la facultad de CS. de la ingeniería través del software de modelación FDS. 2015. Tesis Doctoral. tesis de pre grado). Universidad Austral De Chile.

Disponible en: <https://bit.ly/3A3Qnsw>

CATALÁN, Luis; MAESTRO, Manuel, (2007). Seguridad frente al fuego de las estructuras de hormigón. Cemento Hormigón, 2007, vol. 899, p. 44-51.

Disponible en: <https://bit.ly/3vN14x3>

CALDERÓN, Urrego; GUIOVANY, Miller. Efectos del fuego en las estructuras de concreto armado respecto a otros materiales estructurales y la necesidad de los sistemas de protección. 2021.

Disponible en: <https://bit.ly/3Qm70W9>

Centro de entrenamiento móvil de incendios [CEMI]. (2012). Incendios estructurales. CEMI.

Disponible en: <https://bit.ly/3xitj6J>

CHAUCA, Deyner; CRUZ, Marco. Evaluación del concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ a altas temperaturas. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Santa. Carrera de Ingeniera Civil 2014.

Disponible en: <https://bit.ly/3JBau4g>

CONDOR, Juan. et al. Efectos del Fuego por Incendio en el Comportamiento del Concreto Armado en Elementos Estructurales de Edificios-Huancayo. Tesis (Ingeniería civil). Huancayo: Universidad Los Andes, 2021. Disponible en <https://bit.ly/3xuSRiu>

DE JESÚS, Soria-Aguilar Ma, et al. Efecto del tratamiento térmico sobre las propiedades mecánicas y microestructura de un acero para tubería API 5CT J55. Ingeniería, investigación y tecnología, 2015, vol. 16, no 4, p. 539-550.

Disponible en: <https://bit.ly/3vK1290>

DEL HORMIGÓN, Plataforma Tecnológica Española. Seguridad frente al fuego utilizando hormigón. Cemento-Hormigón, 2008, no 916.

Disponible en: <https://bit.ly/3bzIFgj>

DÍAZ, José. Técnicas de prevención de riesgos laborales. Libro de la Editorial Tébar, 2018.

Disponible en: <https://bit.ly/3L7DkJv>

ESPARZA, F. Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Extinción de Incendios. Bomberos de Navarra. España (2001). Pp. 10.

Disponible en: <https://bit.ly/3rHoou4>

FALLER, George. La identificación de riesgos y el diseño contra incendios. ICCP Arup Fire. Ponencia del Seminario “Análisis de riesgos y fiabilidad estructural. Ingeniería de fuego”. IETcc-Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 2004.

Disponible en: <https://bit.ly/3Sxd27B>

HERNÁNDEZ, Nelson. Efecto del fuego sobre la resistencia a compresión de un elemento de concreto de resistencia de diseño de 210 kg/cm². Revista Ingeniería UC, 2010, vol. 17, no 2, p. 38-43.

Disponible en: <https://bit.ly/3aV8ale>

HERNÁNDEZ, O., 2021. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral [en línea], vol. 37, no. 3.

Disponible en: <https://bit.ly/36l4msa>

HEALE, R. y TWYLCROSS, A., 2015. Validity and reliability in quantitative studies. Evidence-based nursing [en línea], vol. 18, no. 3, pp. 66-67. DOI 10.1136/eb-2015-102129.

Disponible en: <https://bit.ly/3IVXyUF>

HELENE, Paulo RL; PEREIRA, Fernanda. Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón reparación, refuerzo y protección. 2003.

Disponible en: <https://bit.ly/3oXZZi7>

HUINCHO, Mark. Evaluación de la resistencia mecánica del concreto sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo. 2017. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Ingeniería.

Disponible en: <https://bit.ly/3L4lypj>

INGEMECÁNICA.COM. (2020). Comportamiento del Acero con la Temperatura.

Disponible en: <https://bit.ly/3vLSfUa>

LOZADA, Jose. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria, Artículo de la revista ciencia américa Universidad Tecnológica Indoamericana, n°3, p. 34-39

Disponible en: <https://bit.ly/3OtiCWz>

LUZ, S., MENDOZA, H. y AVILA, D.D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Data collection techniques and instruments. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51-53.

Disponible en: <https://bit.ly/3wOnLST>.

MEZA, Erick. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto armado expuesto al fuego en intervalos de tiempos, Tesis (Ingeniería Civil) Lambayeque. Universidad Señor de Sipan, 2019.

Disponible en: <https://bit.ly/3zwwjuA>

NAVARRO, Jose; COLQUE, Luis. Comportamiento del concreto reforzado sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo en la región Tacna, 2020. Tesis (Ingeniería Civil), Universidad Privada de Tacna, 2021.

Disponible en: <https://bit.ly/3vAgunl>

PASINO, Gianfranco Antonio Ottazzi. Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. Pontificia Universidad Católica del Perú-CENTRUM Católica (Peru), 2011.

Disponible en: <https://bit.ly/3QliF6W>

PEREIRA, Renato, et al. Avaliação da resistência mecânica de vigas em concreto armado após o incêndio. Revista ALCONPAT, 2019, vol. 9, no 1, p. 93-105.

Disponible en: <https://bit.ly/3rJZsC5>

QUISPE, Liz; QUISPE, Madeleyne. Comportamiento del concreto armado tratado superficialmente con pintura intumescente sometido a fuego en la ciudad de Juliaca. 2020. Tesis (Ingeniería Civil), Universidad Peruana Unión.

Disponible en: <https://bit.ly/36CSYh8>

RIVVA LÓPEZ, Enrique. Naturaleza y materiales del concreto. Lima-Perú. Hozlo S. CR. L, 2000, vol. 290.

Disponible en: <https://bit.ly/3Q1OsKq>

RUVALCABA, Fabián; COVARRUBIAS, Mario. La Ingeniería Estructural de Fuego un enfoque nacional y ejemplo de aplicación. Ingeniería, investigación y tecnología, 2017, vol. 18, no 3, p. 253-264.

Disponible en: <https://bit.ly/3JBaZLG>

TARADA, F.; KING, M. Structural fire protection of railway tunnels. En Railway Engineering Conference, University of Westminster, UK. 2009. p. 24-25.

Disponible en: <https://bit.ly/3SwAjql>

TOMAS, J. (2015). Pérdida De La Resistencia Mecánica Del Hormigón Paraguayo Debido a La Acción Del Fuego. Obras Civiles.

Disponible en: <https://bit.ly/3Q7r91W>

TRETYAKOV, Alexey; TKALENKO, Illia; WALD, František (2021). Fire response

model of the steel fibre reinforced concrete filled tubular column. Journal of Constructional Steel Research, 2021, vol. 186, p. 106884.

Disponible en: <https://bit.ly/3P5NyLu>

SÁNCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. 2018.

Disponible en: <https://bit.ly/3xj8ZC9>

SKJONG, R. y WENTWORTH, B.H., 2014. Expert Judgment and Risk Perception Expert Judgment and Risk Perception. Proceedings of the Eleventh [en línea], vol. 4, no. 537-545.

Disponible en: <https://bit.ly/3Dv3S4l>.

UREÑA, Maritza; AGUIRRE, Giovanni, 2018. Efecto del tiempo de exposición al fuego en la resistencia a flexión de vigas de hormigón armado. Gaceta Técnica, 2018, vol. 19, no 2, p. 7-18.

Disponible en: <https://bit.ly/3zAvHqp>

XU, Taozhi; LI, Jie. Experimental investigations of failure modes of reinforced concrete beams without web reinforcement. Engineering Structures, 2019, vol. 185, p. 47-57.

Disponible en: <https://bit.ly/3P6PIQK>

ZELAYA, Roling. Influencia de la alta temperatura en la resistencia a flexión de un elemento de concreto armado de f_c 210 kg/cm² de 20 cm de peralte por la acción del fuego directo en la base de su sección transversal en el laboratorio de la UPeU Lima en el 2019. Tesis (Ingeniería Civil), Universidad Peruana Unión, 2020.

Disponible en: <https://bit.ly/3MirIUc>

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
VI: Niveles de fuego	Según Sergio A. (2016), Los niveles de Fuego son una forma de llamar a las fases que se llega en un incendio, estas fases son, la fase inicial, la fase de libre combustión y la fase latente o final, en estas se tienen diversas temperaturas las cuales se consideran en estudio.	Niveles de Fuego, cuyo indicador será la temperatura, variándose para llegar a las diversas fases de fuego en un incendio, para ello se tomara las temperaturas de 300°C, 500°C y 700°C, para poder abarcar un mayor rango de información.	<ul style="list-style-type: none"> • Energía Calorífica 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura (°C) 	Razón
VD: Propiedades mecánicas del concreto armado	Según IMCY (2004), El concreto armado tiene propiedades importantes las cuales son resistencia a la compresión y resistencia a la tracción, así mismo la resistencia a la flexión, estas propiedades son muy importantes a la hora de construir viviendas seguras.	El concreto armado será sometido a ensayos mecánicos para saber su resistencia a la compresión, tracción y flexión, cuyos valores serán medidos haciendo uso de fichas de observación.	<ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo 	<ul style="list-style-type: none"> • Compresión (Kg/cm²) • Tracción (Kg/cm²) • Flexión (Kg/cm²) 	Razón

Anexo 02: Matriz de consistencia.

“Ensayos físicos y efecto de los niveles de fuego por Incendio en las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones”

Autor: Aréstegui Apaza, Andreé Eduardo

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cómo los ensayos físicos determinarían los niveles de fuego por incendio que afectan las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones?</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL Determinar los niveles de fuego por incendios que afectan las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones utilizando los ensayos físicos.</p>	<p>HIPÓTESIS PRINCIPAL Los ensayos físicos determinan los niveles de fuego por incendio que afectan las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones.</p>	<p>VI: Niveles de fuego</p>	<p>• Energía Calorífica</p>	<p>• Temperatura (°C)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico hipotético deductivo • DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Cuasi - Experimental <div style="display: flex; align-items: center; margin: 5px 0;"> Ge1 (A): $Y_1 \rightleftharpoons X_1 \rightleftharpoons Y_2$ Ge2 (A): $Y_3 \rightleftharpoons X_2 \rightleftharpoons Y_4$ </div> Ge1 Sometido a niveles de fuego Ge2 No sometido a niveles de fuego • TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada • NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional • POBLACIÓN Estructuras de concreto y concreto armado, que han sido sometidas a efectos de fuego. • MUESTRA Son 8 probetas de concreto y 7 vigas concreto armado, sometidos a fuego cada tres grupos de especímenes, en temperaturas de 300°C, 500°C y 700°C, respectivamente. • MUESTREO No Probabilístico. • TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS: Fuentes primarias: Observación Fuentes secundarias: Textos, tesis, formatos de control, fichas. • TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: A través de software y análisis
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1 ¿Cómo los ensayos físicos podrían definir el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1 Definir el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C por medio de los ensayos físicos.</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº1 Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a compresión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C.</p>				
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2 ¿Cómo los ensayos físicos podrían definir el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2 Determinar el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C por medio de los ensayos físicos.</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº2 Los ensayos físicos determinan que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a flexión del concreto armado en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C.</p>	<p>VD: Propiedades Mecánicas</p>	<p>• Esfuerzo</p> <p>• Esfuerzo</p> <p>• Esfuerzo</p>	<p>• Compresión (Kg/cm²)</p> <p>• Flexión (Kg/cm²)</p> <p>• Tracción (Kg/cm²)</p>	
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3 ¿Cómo los ensayos físicos podrían definir el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3 Definir el efecto de los niveles de fuego por incendio en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C, 500°C Y 700°C por medio de los ensayos físicos</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº3 Los ensayos físicos definen que los niveles de fuego por incendio afectan en la resistencia a tracción del acero en edificaciones a 300°C, 500°C y 700°C.</p>				

Anexo 03: Validación de instrumentos de investigación.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Ensayos físicos y efecto de los niveles de fuego por incendio en las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : TORRES ENRIQUEZ GUIOVANI
- Título Profesional : INGENIERO CIVIL
- N° de CIP : 60253

Parte B: Validación

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					x
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				x	
ESTRUCTURA	Tiene orden lógico el contenido				x	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				x	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					x
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos – científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					x
COHERENCIA	El instrumento de juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				x	
METODOLOGÍA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					x
TOTAL		36				

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30 (REGULAR), 31-36 (BUENO) Y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 36 y está dentro del rango de valoración 37-40 y su validación fue BUENO.

Juliaca, 23 de mayo del 2022


 Guiovani Torres Enriquez
CIP. N° 60253
GERENTE GENERAL

Firma y Sello

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Ensayos físicos y efecto de los niveles de fuego por incendio en las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : ESPINOZA VELIZ DAVID L.
- Título Profesional : INGENIERO CIVIL
- DNI : 41722711

Parte B: Validación

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					x
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					x
ESTRUCTURA	Tiene orden lógico el contenido					x
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				x	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				x	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos – científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					x
COHERENCIA	El instrumento de juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				x	
METODOLOGÍA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					x
TOTAL						37

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30 (REGULAR), 31-36 (BUENO) Y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 37 y está dentro del rango de valoración 37-40 y su validación fue EXCELENTE.

Juliaca, 23 de mayo del 2022

STRABAG D&E
 INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
 I.P.C: 20601217644

 David L. Espinoza Veliz
 DNI: 41722711
GERENTE GENERAL

Firma y Sello

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

“Ensayos físicos y efecto de los niveles de fuego por incendio en las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones”

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : HUAMAN CHUQUIJA ERIK
- Título Profesional : ARQUITECTO
- N° de registro CAP : 14120

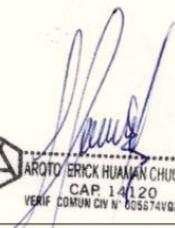
Parte B: Validación

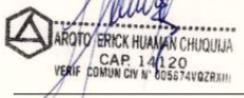
INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene orden lógico el contenido				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos – científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento de juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGÍA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	
TOTAL						32

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30 (REGULAR), 31-36 (BUENO) Y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 32 y está dentro del rango de valoración 31-35 y su validación fue BUENO.

Juliaca, 23 de mayo del 2022





 HUANAN CHUQUIJA ERIK
 CAP 14120
 VERIF. COMIUM CH. N° 005674VQZRH1

Firma y Sello

INFORME DE ENSAYO
DISEÑO DE MEZCLA GLOBAL
NORMA: ACI 211.1

CÓDIGO DE INFORME

GCT-EDMG-213

Página 1 de 3

PROYECTO : "ENSAYOS FÍSICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES"
SOLICITANTE : BACH. ARÉSTEGUI APAZA ANDRÉE EDUARDO
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
CANTERA : UNOCOLLA

FECHA DE SOLICITUD : 2022-05-20
FECHA DE EJECUCION : 2022-05-23
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

CONCRETO : 210 Kg/cm2

1.- RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GLOBAL (HORMIGON)
P.e SSS	3.35
P.U. Varillado	1956
P.U. Suelto	1765
% de Absorción	5.00
% de Humedad Natural	4.50
Modulo de Fineza	5.47

2.- OTROS MATERIALES Y ADITIVOS

MATERIAL	PESO ESPECIFICO TN/m ³	P. U. SUELTO kg/m ³
Cemento Tipo I	3.140	1500
Impermeabilizante	1.000	---
Plastificante	1.000	---
Acelerante	1.000	---
Agua	1.000	1000

3.- VALORES DE DISEÑO (ELEMENTOS DE ENTRADA)

resistencia promedio F _{cr}	294 Kg/cm2
Asentamiento	3" - 4"
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"
Relación Agua Cemento	0.50
Agua Diseño Reducido(i)	181
% DE REDUCCIÓN DE AGUA ESTIMADO	0.0%
AGUA DISEÑO REDUCIDO (i)	181
TOTAL DE AIRE ATRAPADO DISEÑO	1.0 %
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	
ADITIVO:	
Impermeabilizante	0.00%
Plastificante	0.00%
Acelerante	0.00%
TOTAL DE AIRE ATRAPADO OBTENIDO	1.0%

4.- ANÁLISIS DE DISEÑO

FACTOR CEMENTO	362.00 kg/m ³
	8.52 bolsas/m ³
Volumen absoluto del cemento	0.1153 m ³ / m ³
Volumen absoluto de agua	0.1810 m ³ / m ³
Volumen absoluto de aire	0.0100 m ³ / m ³
Volumen absoluto del Impermeabilizante	0.0000
Volumen absoluto del Plastificante	0.0000
Volumen absoluto del Acelerante	0.0000
Volumen absoluto de la pasta	0.3063 m ³ / m ³
Volumen absoluto de los Agregados:	
Volumen absoluto del Hormigon	0.6937 m ³ / m ³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS	1.0000

5.- CANTIDAD DE MATERIALES POR m³ EN PESO

CEMENTO	362.00 kg / m ³
AGUA	181.00 kg / m ³
Impermeabilizante	0.00
Plastificante	0.00
Acelerante	0.00
Hormigon	2323.22 kg / m ³
PESO DE MEZCLA:	2866.22 kg / m ³

6.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD

HORMIGON HUMEDO	2427.81 kg / m ³
7.- CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS	
HORMIGON	-0.4958 %
	-11.519 Litros por m ³ de concreto
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA :	192.52 Litros por m ³ de concreto

8.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³

CEMENTO	362.00 kg / m ³
AGUA	192.52 L / m ³
HORMIGON	2427.81 kg / m ³
Impermeabilizante	0.00 kg / m ³
Plastificante	0.00 kg / m ³
Acelerante	0.00 kg / m ³

9.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO	42.5 kg / bolsa
AGUA	22.6 L / bolsa
HORMIGON	285.0 kg / bolsa
Impermeabilizante	0.000 kg / bolsa
Plastificante	0.000 kg / bolsa
Acelerante	0.000 kg / bolsa

	PROPORCIÓN EN PESO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	PROPORCIÓN VOL. UNITARIO (P3)
C	1.00	0.24	1.00
A	0.53	0.19	0.80
H	6.71	1.38	5.70

LEYENDA:

C: CEMENTO
A: AGUA
H.: HORMIGON

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION

* Se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra y el Aditivo para determinar la concentración más favorable para su respectiva dosificación.

* Este diseño de mezcla no contempla la Adición de ningún tipo de Aditivo.

* Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

* La relación a/c fue proporcionado por el solicitante.

* El agregado fino se considera marginal pero puede ser utilizado siempre en cuando se realice ensayos previos en laboratorio.

COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

* Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla

CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

020440

PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADOS

PROYECTO: "ENSAYOS FISICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES"

SOLICITA : BACH. ARÉSTEGUI APAZA ANDREÉ EDUARDO

F. SOLICITUD: 2022-05-20

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. ENTREGA : 2022-05-22

UBICACIÓN: UNOCOLLA

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

HUMEDAD DE AGREGADO GLOBAL				
ASTM C566-19				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	RESULTADOS	REDONDEO
1	Numero de tarro	N°	H - 004	
2	Masa del tarro mas muestra humeda	g.	1025.50	
3	Masa del tarro mas muestra seca	g.	983.50	
4	Masa del tarro	g.	50.60	
5	Masa de agua	g.	42.00	
6	Masa del suelo seco	g.	932.90	
7	Humedad	%	4.50	5

PESO UNITARIO DE AGREGADO GLOBAL									
ASTM C29/C29M-17a									
SUELTO					VARRILLADO				
ITEM	PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	RESULTADO	ITEM	PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	RESULTADO
1	14183	8452	3251	1763	1	14797	8452	3251	1952
2	14197	8452	3251	1767	2	14826	8452	3251	1960
3	14191	8452	3251	1765	3	14812	8452	3251	1956
PROMEDIO				1765	PROMEDIO				1956

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GLOBAL				
ASTM C127-15				
A	-Peso de muestra secada al horno	476.20	PESO ESPECIFICO $Wc+B = 1120$ $Wc+B-W = 149$	
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	$Pe = \frac{B}{Wc+ B - W} = 3.35$	
Wc	-Peso del picnometro con agua	619.80	ABSORCIÓN	
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	970.50	$B = \frac{500.00}{A}$ $B-A = 23.80$	
			$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 5.00$	
PESO ESPECIFICO GLOBAL =		3.35	ABSORCION GLOBAL =	
			5.00	

OBSERVACIONES
LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 Ing. Raúl Miranda Quiñanilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

020441

ANALISIS GRANULOMETRICO DISEÑO GLOBAL

CODIGO DE INFORME

GCT-EDMG-213

Página 3 de 3

PROYECTO: "ENSAYOS FÍSICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES"

SOLICITA : BACH. ARÉSTEGUI APAZA ANDREÉ EDUARDO

F. SOLICITUD: 2022-05-20

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

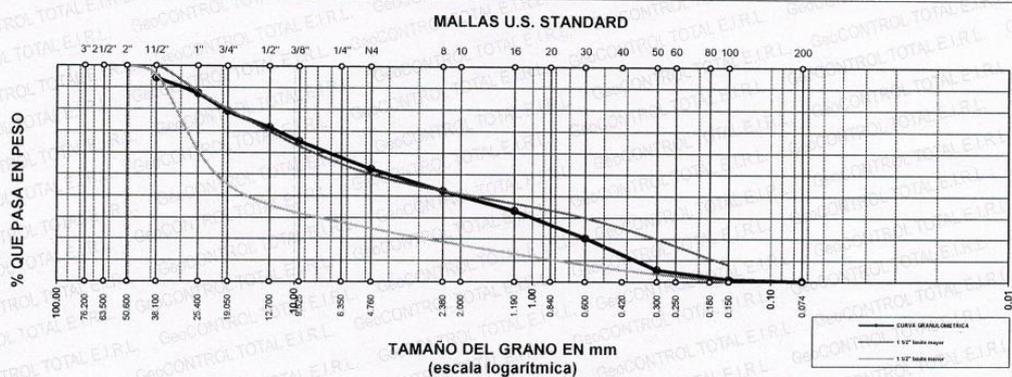
F. ENTREGA : 2022-05-23

CANTERA : UNOCOLLA

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ENSAYO							RESULTADO	
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	PESO CORREGIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MAXIMO: 2"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200							P.L.= 3800.00
2 1/2"	63.500					100.00		P.L.= 3794.00
2"	50.600					100.00		P.P.= 0.16
1 1/2"	38.100	213.00	213.46	5.62	5.62	94.38		% W = 2
1"	25.400	276.00	276.46	7.28	12.89	87.11		TAMAÑO MAX. NOMINAL : 1 1/2"
3/4"	19.050	304.00	304.46	8.01	20.90	79.10		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
1/2"	12.700	281.00	281.46	7.41	28.31	71.69		D10= 0.389 Cu= 19.4
3/8"	9.525	240.00	240.46	6.33	34.64	65.36		D30= 1.043 Cc= 0.37
1/4"	6.350							MODULO DE FINEZA
No4	4.760	488.00	488.46	12.85	47.49	52.51		mf = 5.47
No8	2.380	385.00	385.46	10.14	57.64	42.36		OBSERVACIONES:
No10	2.000							HUSO 1 1/2"
No16	1.190	347.00	347.46	9.14	66.78	33.22		
No20	0.840							
No30	0.600	489.00	489.46	12.88	79.66	20.34		
No40	0.420							
No 50	0.300	558.00	558.46	14.70	94.36	5.64		
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.150	173.00	173.46	4.56	98.92	1.08		
No200	0.074	29.00	29.46	0.78	99.70	0.30		
BASE		11.00	11.46	0.30	100.00	0.00		
TOTAL		3794.00	3800.00	100.00				
% PERDIDA		0.16						

CURVA GRANULOMETRIA



OBSERVACIONES

LA MUESTRA FUE PUESTA EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla

CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 172B - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

020442

Anexo 05: Ensayos de compresión del concreto.



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ENSAYOS FISICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES
MUESTRA : CONCRETO TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO
SOLICITANTE : ARESTEGUI APAZA ANDREE EDUARDO ING. RESPONS. ALFREDO ALARCON A.

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE
(ASTM D-422)**

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	PROBETA PATRON	210	30/05/22	29/06/22	30	176	36960	210	100.0%
2	PROBETA SOMETIDA A 300 °C	210	30/05/22	29/06/22	30	176	35728	203	96.7%
3	PROBETA SOMETIDA A 500 °C	210	30/05/22	29/06/22	30	176	33080	188	89.5%
4	PROBETA SOMETIDA A 700 °C	210	30/05/22	29/06/22	30	176	27280	155	73.8%
5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								
6									
7									
8									
9									
10									
11									
9									

OBSERVACIONES:

Resistencia a los 07 dias: Minimo 68%

Resistencia a los 14 dias: Minimo 86%

Resistencia a los 21 dias: Minimo 95%

Resistencia a los 28 dias: Minimo 100%


GEOTECNIA PUNO S.R.L.
Ingeniería de Edificación, Geotecnia, Pavimentos y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAJUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 91732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ENSAYOS FISICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES
 MUESTRA : CONCRETO
 SOLICITANTE : ARESTEGUI APAZA ANDREE EDUARDO

TECN. RESPON. PERSONAL LABORATORIO
 ING. RESPON. ALFREDO ALARCON A.

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	PROBETA PATRON	210	30/05/22	29/06/22	30	176	36764	209	99.5%
2	PROBETA SOMETIDA A 300 °C	210	30/05/22	29/06/22	30	176	36080	205	97.6%
3	PROBETA SOMETIDA A 500 °C	210	30/05/22	29/06/22	30	176	33440	190	90.5%
4	PROBETA SOMETIDA A 700 °C	210	30/05/22	29/06/22	30	176	27104	154	73.3%
5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								
6									
7									
8									
9									
10									
11									
9									

OBSERVACIONES

Resistencia a los 07 dias Minimo 68%
 Resistencia a los 14 dias Minimo 86%
 Resistencia a los 21 dias Minimo 95%
 Resistencia a los 28 dias Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Ingenieros de Pavimentos, Saneamiento y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR 31732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo 06: Ensayos de flexión del concreto armado.

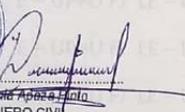
UPeU UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y MATERIALES

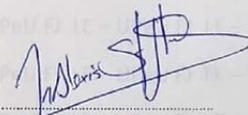
TÍTULO DE TESIS	: ENSAYOS FÍSICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES		
SOLICITANTE	: Bach. André Eduardo Aréstegui Apaza		
RESPONSABLE DE LAB.	: Ing. Yesenia Apaza Pinto	RESPONSABLE DE ENSAYO	: Wildo Alexis Supo Gutierrez

ENSAYO:
RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO
 NTP 339.079

ITEM	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	ANCHO DE VIGA	ALTURA DE VIGA	LONGITUD DE VIGA	CARGA MAXIMA (KN)	FUERZA (N)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)
1	Viga de concreto armado - patron	30/05/2022	15/07/2022	46 dias	25.10 cm	25.00 cm	101.00 cm	125.39 Kn	125,390.00 N	12.11 Mpa

* Las muestras fueron entregadas en el laboratorio por el solicitante, con sus respectivas características (tipo de muestra y fecha de elaboración)
 ** Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.



 Yesenia Apaza Pinto
 INGENIERO CIVIL
 CIP 216181
 RESPONSABLE DE LABORATORIO


 Wildo Alexis Supo Gutierrez
 RESPONSABLE DEL ENSAYO

TÍTULO DE TESIS	: ENSAYOS FÍSICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES		
SOLICITANTE	: Bach. Andréé Eduardo Aréstegui Apaza		
RESPONSABLE DE LAB.	: Ing. Yesenia Apaza Pinto	RESPONSABLE DE ENSAYO	: Wildo Alexis Supo Gutierrez

ENSAYO:

RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO

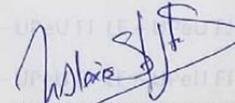
NTP 339.079

ITEM	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	ANCHO DE VIGA	ALTURA DE VIGA	LONGITUD DE VIGA	CARGA MÁXIMA (KN)	FUERZA (N)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)
1	Viga de concreto armado sometido a 300°C	30/05/2022	15/07/2022	46 dias	24.93 cm	24.90 cm	100.50 cm	120.81 Kn	120,810.00 N	11.78 Mpa

* Las muestras fueron entregadas en el laboratorio por el solicitante, con sus respectivas características (tipo de muestra y fecha de elaboración)

** Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.


 Ing. Yesenia Apaza Pinto
 CIP 216181
 RESPONSABLE DE LABORATORIO


 Wildo Supo Gutierrez
 RESPONSABLE DEL ENSAYO

TÍTULO DE TESIS	ENSAYOS FÍSICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES		
SOLICITANTE	Bach. André Eduardo Aréstegui Apaza		
RESPONSABLE DE LAB.	Ing. Yesenia Apaza Pinto	RESPONSABLE DE ENSAYO	Wildo Alexis Supo Gutierrez

ENSAYO:

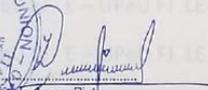
RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO

NTP 339. 079

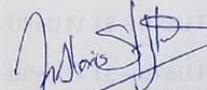
ITEM	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	ANCHO DE VIGA	ALTURA DE VIGA	LONGITUD DE VIGA	CARGA MÁXIMA (KN)	FUERZA (N)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)
1	Viga de concreto armado sometido a 500°C	30/05/2022	15/07/2022	46 días	24.90 cm	24.90 cm	101.20 cm	84.25 Kn	84,250.00 N	8.28 Mpa

* Las muestras fueron entregadas en el laboratorio por el solicitante, con sus respectivas características (tipo de muestra y fecha de elaboración)

** Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.



Ing. Yesenia Apaza Pinto
INGENIERO CIVIL
CIP 216181
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Wildo Supo Gutierrez
RESPONSABLE DEL ENSAYO

TÍTULO DE TESIS	ENSAYOS FÍSICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES		
SOLICITANTE	Bach. Andréé Eduardo Aréstegui Apaza		
RESPONSABLE DE LAB.	Ing. Yesenia Apaza Pinto	RESPONSABLE DE ENSAYO	Wildo Alexis Supo Gutierrez

ENSAYO:

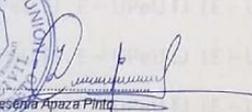
RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO

NTP 339.079

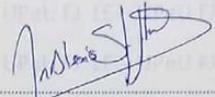
ITEM	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	ANCHO DE VIGA	ALTURA DE VIGA	LONGITUD DE VIGA	CARGA MÁXIMA (KN)	FUERZA (N)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)
1	Viga de concreto armado sometido a 700°C	30/05/2022	15/07/2022	46 días	24.77 cm	25.00 cm	102.00 cm	83.07 Kn	83,070.00 N	8.21 Mpa

* Las muestras fueron entregadas en el laboratorio por el solicitante, con sus respectivas características (tipo de muestra y fecha de elaboración)

** Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.

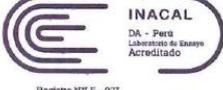


Ing. Yesenia Apaza Pinto
INGENIERO CIVIL
CIP 216181
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Wildo Supo Gutierrez
RESPONSABLE DEL ENSAYO

Anexo 07: Ensayos de tracción del acero.

 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</p>	<p>LABORATORIO DE MATERIALES CITEmateriales</p> <p>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N°LE-027</p>	 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado</p> <p>Registro N°LE - 027</p>
CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025		

INFORME DE ENSAYO

Informe N° : MAT-JUL-0647-3/2022

Número de Páginas : 3

Solicitado por : ANDRE EDUARDO ARESTEGUI APAZA

Dirección : Calle Huayna Cápac N° 117– Lima.

Fecha de Emisión : 2022.07.07.

1. CONDICIONES DE ENSAYO

- **Tipo de Ensayo** : Tracción a productos de acero.
- **Métodos de Ensayo** :
 - ASTM A370 –21 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
 - ASTM E8/E8M–16ae1: Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials
- **Fecha de Ejecución** : 2022.07.08.

CONDICIONES AMBIENTALES

- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (PUCP).
- **Temperatura** : Temperatura Ambiente (20°C).

2. OBSERVACIONES

- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.

1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.
Lima – Perú
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal
N° 1761 Lima 100 – Perú
labmat@pucp.edu.pe

Teléfono
(511) 626 - 2000
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Sección Ingeniería Mecánica


Dr. Ing. José Sebastián U. CIP 229739
Jefe del Laboratorio de Materiales



MAT-JUL-0647-3/2022

ENSAYO DE TRACCIÓN

MAT-Lab-4.04 Rev.6

INFORME DE LABORATORIO

Número Total de Páginas: 3

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 02.

MUESTRA : Barra corrugada de acero de 1/2".

FECHA DE EJECUCIÓN : 2022.07.08

RESULTADOS:

MUESTRA		3
SECCIÓN TRANSVERSAL	DIÁMETRO (pulg)	0.50
	ÁREA (mm ²)	129.0
CARGAS (kN)	FLUENCIA	60.9
	MÁXIMA	89.5
ESFUERZOS (MPa)	FLUENCIA	472
	MÁXIMA	694
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		200.0
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		237.0
ALARGAMIENTO (%)		18.5

Incertidumbres (factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%)

- Esfuerzo máximo (MPa)
- Esfuerzo de fluencia (MPa)
- Alargamiento (%)

± 6.1

± 5.4

± 1.5

OBSERVACIONES:

- . Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- . La muestra ensayada fue proporcionada por el solicitante.
- . **TESIS: "ENSAYOS FISICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES"**

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

2 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

LABORATORIO DE MATERIALES CITE materiales



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 027

CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

08.07.22

Zwick / Roell

MAT-JUL-0647-3/2022

CURVA FUERZA - ALARGAMIENTO



AC - 20889

3 de 3

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Sección Ingeniería Mecánica

Dr. Ing. José Saavedra U. CIP 229739
Jefe del Laboratorio de Materiales

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales - PUCP

Av. Universitaria 1801 - San Miguel.
Lima - Perú
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal
N° 1761 Lima 100 - Perú
labmat@pucp.edu.pe

Teléfono
(511) 626 - 2000
Anexo: 4842

Telefax
(511) 626 - 2855

INFORME DE ENSAYO

Informe N° : MAT-JUL-0647-1/2022

Número de Páginas : 3

Solicitado por : ANDRE EDUARDO ARESTEGUI APAZA

Dirección : Calle Huayna Cápac N° 117– Lima.

Fecha de Emisión : 2022.07.07.

1. CONDICIONES DE ENSAYO

- **Tipo de Ensayo** : Tracción a productos de acero.
- **Métodos de Ensayo** :
 - ASTM A370 –21 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
 - ASTM E8/E8M–16ae1: Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials
- **Fecha de Ejecución** : 2022.07.08.

CONDICIONES AMBIENTALES

- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (PUCP).
- **Temperatura** : Temperatura Ambiente (20°C).

2. OBSERVACIONES

- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.

1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.
Lima – Perú
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal
N° 1761 Lima 100 – Perú
labmat@pucp.edu.pe

Teléfono
(511) 626 - 2000
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Sección Ingeniería Mecánica


Dr. Ing. José Sakjirama U. CIP 229739
Jefe del Laboratorio de Materiales



MAT-JUL-0647-1/2022

ENSAYO DE TRACCIÓN

MAT-Lab-4.04 Rev.6

INFORME DE LABORATORIO

Número Total de Páginas: 3

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 02.

MUESTRA : Barra corrugada de acero de 1/2".

FECHA DE EJECUCIÓN : 2022.07.08

RESULTADOS:

MUESTRA		1
SECCIÓN TRANSVERSAL	DIÁMETRO (pulg)	0.50
	ÁREA (mm ²)	129.0
CARGAS (kN)	FLUENCIA	60.0
	MÁXIMA	88.7
ESFUERZOS (MPa)	FLUENCIA	465
	MÁXIMA	688
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		200.0
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		237.5
ALARGAMIENTO (%)		18.8

Incertidumbres (factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%)

• Esfuerzo máximo (MPa)	± 6.0
• Esfuerzo de fluencia (MPa)	± 5.3
• Alargamiento (%)	± 1.5

OBSERVACIONES:

- . Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- . La muestra ensayada fue proporcionada por el solicitante.
- . **TESIS: "ENSAYOS FISICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES"**

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

2 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

LABORATORIO DE MATERIALES CITE materiales



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 027

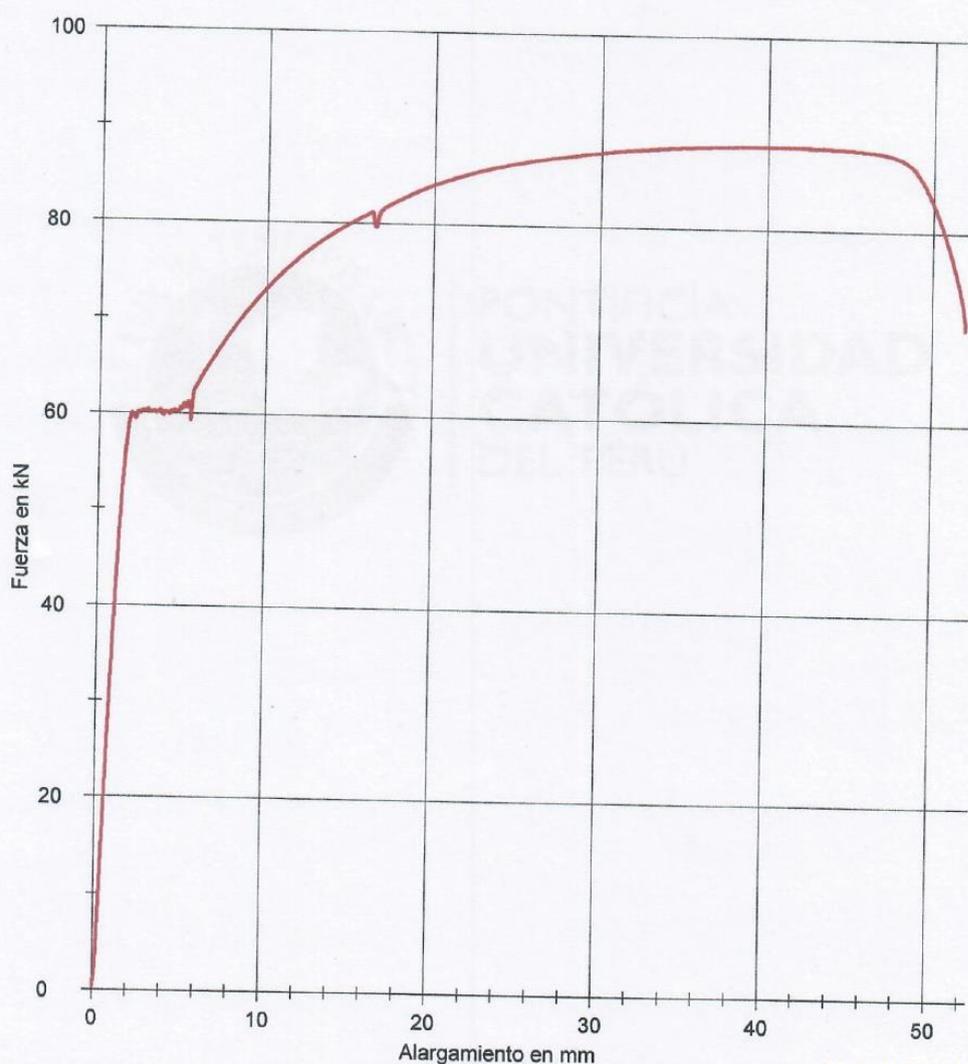
CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

Zwick / Roell

08.07.22

MAT-JUL-0647-1/2022

CURVA FUERZA - ALARGAMIENTO



AC - 20893

3 de 3

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Sección Ingeniería Mecánica

Dr. Ing. José Sakidima U. CIP 229739
Jefe del Laboratorio de Materiales

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales - PUCP

Av. Universitaria 1801 - San Miguel.
Lima - Perú
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal
N° 1761 Lima 100 - Perú
labmat@pucp.edu.pe

Teléfono
(511) 626 - 2000
Anexo: 4842

Telefax
(511) 626 - 2855

INFORME DE ENSAYO

Informe N° : MAT-JUL-0647-2/2022

Número de Páginas : 3

Solicitado por : ANDRE EDUARDO ARESTEGUI APAZA

Dirección : Calle Huayna Cápac N° 117– Lima.

Fecha de Emisión : 2022.07.07.

1. CONDICIONES DE ENSAYO

- **Tipo de Ensayo** : Tracción a productos de acero.
- **Métodos de Ensayo** :
 - ASTM A370 –21 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
 - ASTM E8/E8M–16ae1: Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials
- **Fecha de Ejecución** : 2022.07.08.

CONDICIONES AMBIENTALES

- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (PUCP).
- **Temperatura** : Temperatura Ambiente (20°C).

2. OBSERVACIONES

- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.

1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.
Lima – Perú
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal
N° 1761 Lima 100 – Perú
labmat@pucp.edu.pe

Teléfono
(511) 626 - 2000
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Sección Ingeniería Mecánica


Dr. Ing. José Sakisima U. CIP 229739
Jefe del Laboratorio de Materiales



MAT-JUL-0647-2/2022

ENSAYO DE TRACCIÓN

MAT-Lab-4.04 Rev.6

INFORME DE LABORATORIO

Número Total de Páginas: 3

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 02.

MUESTRA : Barra corrugada de acero de 1/2".

FECHA DE EJECUCIÓN : 2022.07.08

RESULTADOS:

MUESTRA		2
SECCIÓN TRANSVERSAL	DIÁMETRO (pulg)	0.50
	ÁREA (mm ²)	129.0
CARGAS (kN)	FLUENCIA	59.2
	MÁXIMA	87.4
ESFUERZOS (MPa)	FLUENCIA	459
	MÁXIMA	678
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		200.0
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		234.0
ALARGAMIENTO (%)		17.0

Incertidumbres (factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%)

• Esfuerzo máximo (MPa)	± 5.9
• Esfuerzo de fluencia (MPa)	± 5.2
• Alargamiento (%)	± 1.5

OBSERVACIONES:

- . Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- . La muestra ensayada fue proporcionada por el solicitante.
- . **TESIS: "ENSAYOS FISICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES"**

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

2 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

LABORATORIO DE MATERIALES CITEmateriales



Registro N°LE - 027

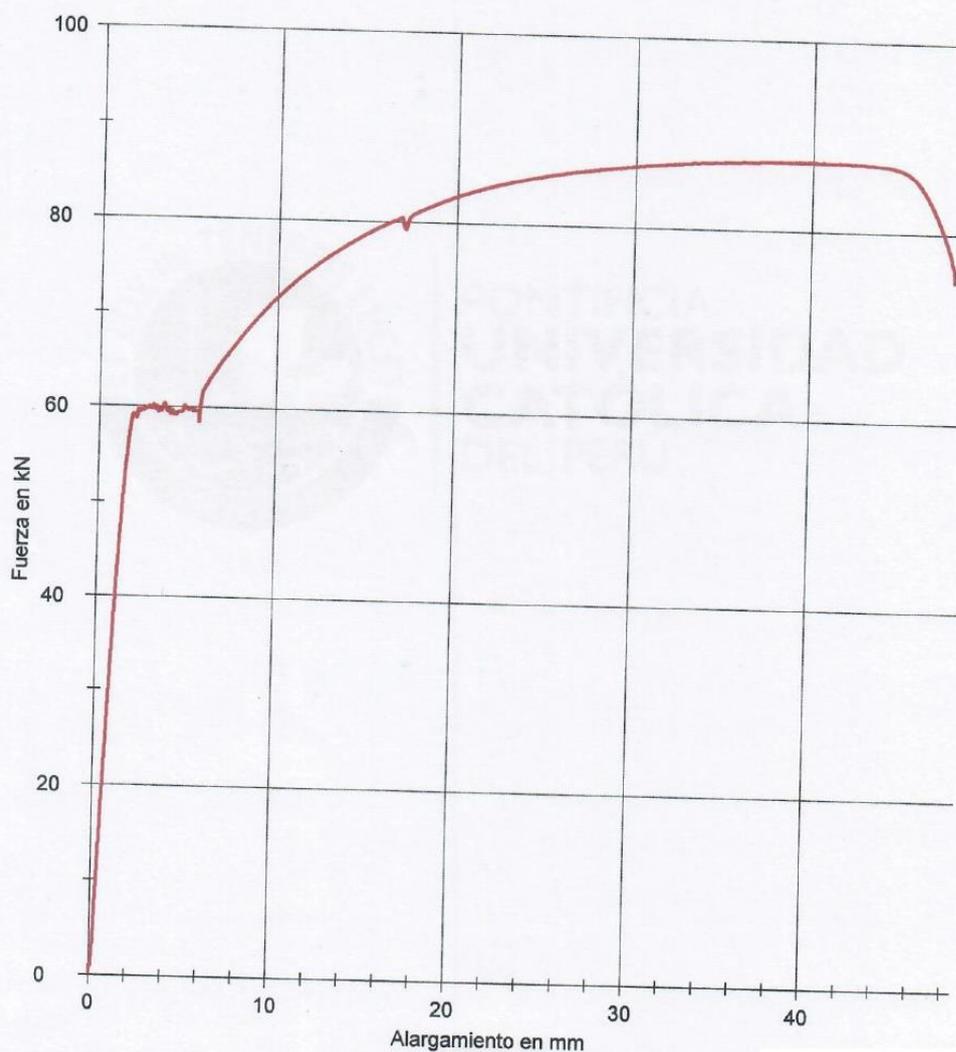
CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

Zwick / Roell

08.07.22

MAT-JUL-0647-2/2022

CURVA FUERZA - ALARGAMIENTO



AC - 20890

3 de 3

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Sección Ingeniería Mecánica
[Signature]
Dr. Ing. José Sakijama U. CIP 229739
Jefe del Laboratorio de Materiales

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales - PUCP

Av. Universitaria 1801 - San Miguel.
Lima - Perú
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal
N° 1761 Lima 100 - Perú
labmat@pucp.edu.pe

Teléfono
(511) 626 - 2000
Anexo: 4842

Telefax
(511) 626 - 2855

Anexo 08: Certificado de calibración.



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2022

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:

MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO

Rangos

101972.0 kgf

Dirección de carga

Ascendente

FABRICANTE

PYS EQUIPOS

Modelo

STYE-2000

Serie

170251

Panel (Modelo // Serie)

NO INDICA

Capacidad

1000 kN

Codigo Identificacion

NO INDICA

Norma utilizada

ASTM E4; ISO 7500-1

Intervalo calibrado

**Escala (s) 101 972 kgf
De 10 000 a 100 000 kgf**

Temperatura de prueba °C

Inicial 22.6 Final 22.5

Inspección general

La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento

Solicitante

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Dirección

JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E -

Ciudad

PUNO

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

**CELDA DE CARGA
Código MF-02 // C-0208
Certif. de calibr. INF-LE 050-20A PUCP**

Unidades de medida

Sistema Internacional de Unidades (SI)

FECHA DE CALIBRACION

2022/06/01

FECHA DE EMISION

2022/06/02

FIRMAS AUTORIZADAS

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2022

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 1000.0 **kN** Resolución: 0.10 **kN** Dirección de la carga: Ascendente
 101 972 **kgf** 10 **kgf** Factor de conversión: 0.0098 **kN/kgf**

Indicación de la máquina (F _i)			Indicaciones del instrumento patrón				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	98.07	10 000	97.1	96.9	No aplica	97.9	No aplica
20	196.13	20 000	195.2	195.1	No aplica	196.0	No aplica
30	294.20	30 000	293.7	293.6	No aplica	294.3	No aplica
40	392.27	40 000	392.1	392.0	No aplica	392.7	No aplica
50	490.33	50 000	490.7	490.7	No aplica	491.2	No aplica
60	588.40	60 000	587.8	588.1	No aplica	588.4	No aplica
70	686.46	70 000	685.0	685.1	No aplica	685.4	No aplica
80	784.53	80 000	782.3	782.3	No aplica	782.4	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 1000.00 **kN** Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina (F _i)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	98.07	10 000	0.79	0.97	No aplica	No aplica	0.10
20	196.13	20 000	0.36	0.47	No aplica	No aplica	0.05
30	294.20	30 000	0.12	0.25	No aplica	No aplica	0.03
40	392.27	40 000	-0.01	0.18	No aplica	No aplica	0.03
50	490.33	50 000	-0.11	0.11	No aplica	No aplica	0.02
60	588.40	60 000	0.05	0.12	No aplica	No aplica	0.02
70	686.46	70 000	0.19	0.05	No aplica	No aplica	0.01
80	784.53	80 000	0.28	0.02	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000

FIRMAS AUTORIZADAS


 Jefe de Metrología
Luigi Asenjo FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGÍA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2022

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	101972.0	kgf			
Error de exactitud	0.79 %		Error de cero	0	
Error de repetibilidad	0.97 %		Error por accesorios	0 %	
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.05 En el 20 %	

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

OBSERVACIONES.

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.

FIRMAS AUTORIZADAS

(Firma manuscrita)
Jefe de Metrología
Luigi Asenjo FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Anexo 09: Panel Fotográfico.



Panel fotográfico 1: Cortado del acero para estribo para el armado de la estructura.



Panel fotográfico 2: Medición del acero para armado de estructura.



Panel fotográfico 3: Armado de la estructura de acero.



Panel fotográfico 4: Pesaje de materiales para elaboración



Panel fotográfico 5: Encofrado y la estructura para el vaciado vigas



Panel fotográfico 6: Mezclado para el concreto.



Panel fotográfico 7: Vaciado y compactado del concreto en vigas.



Panel fotográfico 8: Vaciado y varillado del concreto en briquetas.



Panel fotográfico 9: Curado de briquetas.



Panel fotográfico 10: Curado de vigas.



Panel fotográfico 11: Briquetas y vigas listas para ingresar al horno.



Panel fotográfico 12: Puente de acero para el ingreso de los especímenes al horno.



Panel fotográfico 13: Ingreso de viga al horno para ser sometido a fuego.



Panel fotográfico 14: Viga dentro del horno listo para ser sometido a fuego.



Panel fotográfico 15: Espécimen sometido a fuego.



Panel fotográfico 16: Control de temperatura con pirómetro.



Panel fotográfico 17: Espécimen recuperado luego de ser sometido a fuego.



Panel fotográfico 18: Especímenes afectados por el fuego.



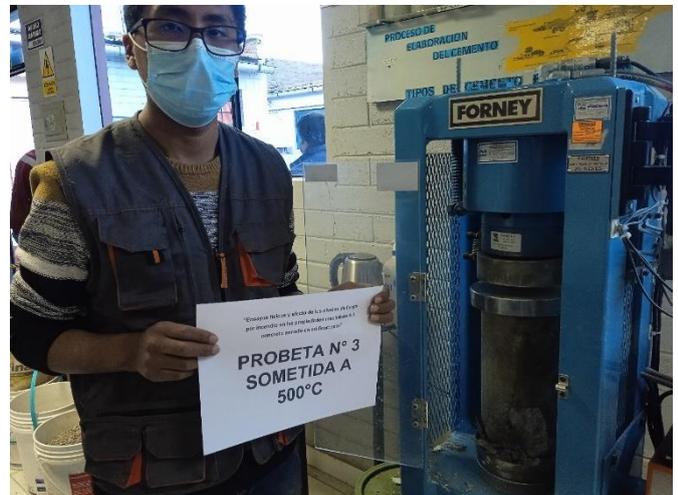
Panel fotográfico 19: Medición de especímenes luego de ser sometido a fuego.



Panel fotográfico 20: Recuperación de acero para ensayos de tracción.



Panel fotográfico 21: Medición de especímenes para ensayo de compresión.



Panel fotográfico 22: Ensayos de compresión.



Panel fotográfico 23: Especímenes después de ser sometidos al ensayo de compresión.



Panel fotográfico 24: Ensayo de flexión en vigas.



Panel fotográfico 25: Viga lista para ser sometida al ensayo de flexión.



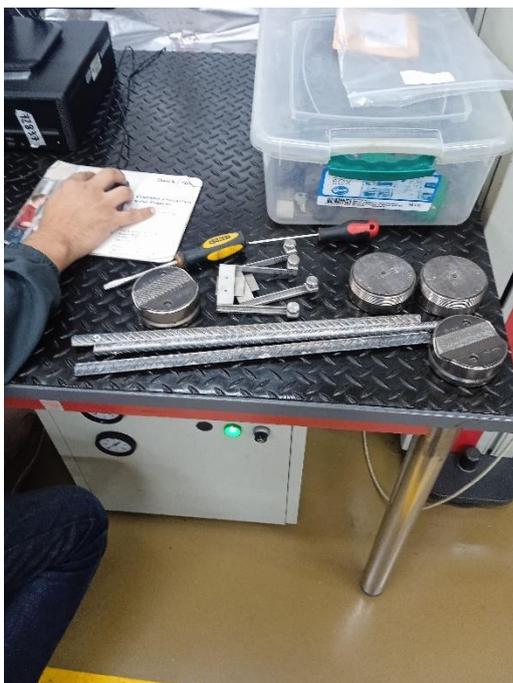
Panel fotográfico 26: Lectura de esfuerzo máximo.



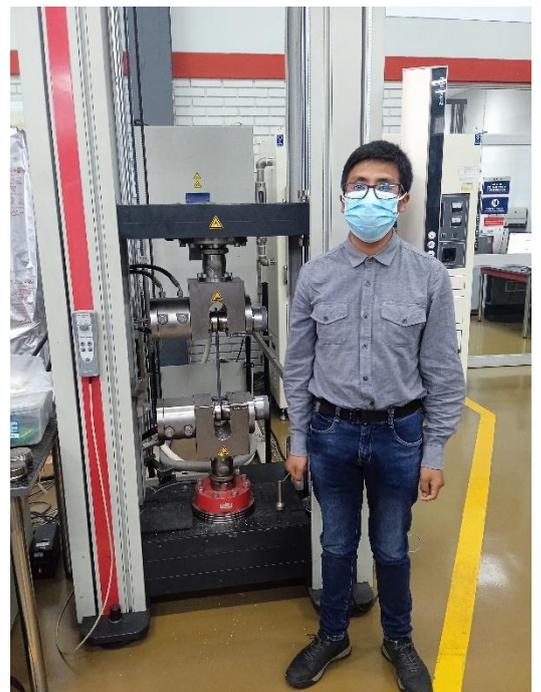
Panel fotográfico 27: Especímenes luego de ser sometidos al ensayo de flexión.



Panel fotográfico 28: Maquina para ensayo de tracción.



Panel fotográfico 29: Preparación de especímenes para ensayo de compresión.



Panel fotográfico 30: Varilla de acero sometida a ensayo de tracción.



Panel fotográfico 31: Grafica esfuerzo-deformación.



Panel fotográfico 32: Especímenes luego de ser sometidos al ensayo de tracción.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUIS JIMMY CLEMENTE CONDORI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "ENSAYOS FÍSICOS Y EFECTO DE LOS NIVELES DE FUEGO POR INCENDIO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES", cuyo autor es ARESTEGUI APAZA ANDREE EDUARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 11 de Setiembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS JIMMY CLEMENTE CONDORI DNI: 09957407 ORCID: 0000-0002-0250-4363	Firmado electrónicamente por: LCLEMENTECO el 11-09-2022 20:46:27

Código documento Trilce: TRI - 0428028