



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas”

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Liñan Pareja, Roman Segundo

**ASESOR:**

Mg. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**Lima - Perú**

**2018**

## **PÁGINA DEL JURADO**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, mis Padres, Hermanos, Tíos, Abuelos, Primos; quienes me brindaron un apoyo incondicional a cada momento de mi vida, gracias a ellos estoy plasmando en la realidad mis sueños de ser profesional

## **Agradecimiento**

En primer lugar, a Dios por darme buena salud y brindarme la sabiduría para seguir el camino correcto

Expreso también un inmenso y sincero agradecimiento a Dios por darme salud y a todas las personas que me ayudaron con sus importantes sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual, económico para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto de investigación.

A mi asesor de tesis Mg. Ing. TELLO MALPARTIDA, OMART DEMETRIO por su magnífico asesoramiento, lo cual me permitió llevar a cabo el desarrollo de mi proyecto de investigación

A mis padres por darme apoyo en cada paso de mi carrera y a cada momento de mi vida, por su apoyo he logrado realizar este objetivo trazado.

A todo un sincero agradecimiento

### Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **LIÑAN PAREJA, Román Segundo** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**“Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Lima 06 de diciembre de 2018

Apellidos y Nombres del Autor <b>LIÑAN PAREJA, Román Segundo</b>	
DNI: 73801916	Firma 
ORCID: 0000-0002-1782-4503	

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado, se presenta ante ustedes la Tesis que lleva como título: “Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas”, con el objetivo de poder aportar en el tema de diseño de estructuras de concreto armado, con resistencia a las altas temperaturas. En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Los resultados logrados son de un esmerado esfuerzo en la realización del este proyecto de investigación

El autor.

## Índice

Carátula.....	i
Página del jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice .....	vii
Índice de Tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Resumen .....	xii
Abstract .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1 Realidad problemática .....	15
1.2 Trabajos previos .....	17
1.2.1 Referencias internacionales.....	17
1.2.2 Referencias en ingles.....	19
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	20
1.3.1 Concreto armado .....	20
1.3.2 Factores que influyen en los daños de una estructura en un incendio .....	29
1.3.3 Clasificación de los incendios .....	29
1.3.4 Resistencia al fuego.....	31
1.3.5 Efectos del fuego en el concreto reforzado .....	31
1.3.6 Potencial calorífico.....	33
1.3.7 Efectos en el concreto según el aumento progresivo de la temperatura.....	34
1.4 Formulación del problema.....	34
1.4.1 Problema general.....	34

1.4.2 Problemas específicos .....	34
1.5 Justificación del estudio.....	35
1.5.1 Económico.....	35
1.5.2 Social.....	35
1.5.3 Teórico .....	35
1.6 Hipótesis.....	36
1.6.1 Hipótesis general .....	36
1.6.2 Hipótesis específicas .....	36
1.7 Objetivos.....	36
1.7.1 Objetivo general .....	36
1.7.2 Objetivos específicos .....	36
II. MÉTODO .....	37
2.1 Diseño de investigación.....	38
2.1.1 Diseño .....	38
2.1.2 Enfoque de investigación .....	38
2.1.3 Tipo de Investigación .....	39
2.1.4 Nivel de la investigación.....	39
2.2 Variables, Operacionalización.....	39
2.2.1 Variables .....	39
2.2.2 Operacionalización de Variables.....	39
2.3 Población y muestreo .....	41
2.3.1 Población.....	41
2.3.2 Muestra.....	41
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	42
2.4.1 Técnicas.....	42
2.4.2 Confiabilidad.....	43
2.4.3 Instrumentos .....	44
2.5 Métodos de análisis de datos .....	44



2.6 Aspectos éticos .....	45
III. RESULTADOS .....	46
2.7 Desarrollo del caso .....	47
2.7.1 Caracterización agregados.....	47
2.7.2 Diseño del concreto patrón.....	48
2.7.3 Ensayos de laboratorio de las propiedades del concreto en estado fresco .....	51
2.7.4 Proceso de exposición a temperaturas de elementos de concreto armado .....	51
2.8 Resultados obtenidos .....	55
2.8.1 Resultados de ensayos a Compresión ( $f_c$ ) .....	55
2.8.2 Resultados de ensayos a flexión.....	59
2.8.3 Resultados de ensayos a tracción del acero de refuerzo ( $f_y$ ) .....	61
2.9 Contrastación de hipótesis .....	63
2.9.1 Hipótesis general .....	63
2.9.2 Hipótesis específicas .....	64
IV. DISCUSIÓN.....	66
V. CONCLUSIONES .....	68
VI. RECOMENDACIONES .....	71
VII. REFERENCIAS.....	74
VIII. ANEXOS .....	79
ANEXO 1: Matriz de consistencia .....	80
ANEXO 2: instrumentos de recolección de datos .....	81
ANEXO 3: Certificados de ensayo de laboratorio .....	85
ANEXO 4: Calibración de equipos .....	93
ANEXO 5: Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	107
ANEXO 6: Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	108
ANEXO 7: Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV ....	109
ANEXO 8: Turnitin.....	110

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Aire atrapado según el TMN del agregado grueso .....	21
<b>Tabla 2</b> Correspondencia entre agua /cemento y resistencia a la compresión del concreto .....	22
<b>Tabla 3</b> Tamaño máximo nominal del agregado grueso .....	22
<b>Tabla 4</b> Para calcular el porcentaje del agregado fino.....	24
<b>Tabla 5</b> Operacionalización de variables .....	40
<b>Tabla 6</b> Probetas cilíndricas de 15x 30 cm para ensayo compresión.....	41
<b>Tabla 7</b> Probetas rectangulares para ensayo flexión.....	42
<b>Tabla 8</b> Probetas de acero de refuerzo de ½” para ensayo a tracción .....	42
<b>Tabla 9</b> Resumen del ensayo realizado a los agregados .....	47
<b>Tabla 10</b> Ensayos de consistencia.....	51
<b>Tabla 11</b> Resumen de proceso de exposición de probetas cilíndricas de concreto.....	53
<b>Tabla 12</b> Resumen de proceso de exposición vigas de concreto .....	54
<b>Tabla 13</b> Resultados de los ensayos de compresión .....	56
<b>Tabla 14</b> Resultados de los ensayos a flexión.....	59
<b>Tabla 15</b> Resultados de los ensayos a tracción del acero de refuerzo.....	61

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Especificaciones del Ensayo a Flexión con cargas aplicadas en los tercios ...	26
<b>Figura 2.</b> Especificaciones del Ensayo a tracción del acero .....	28
<b>Figura 3.</b> Fases de un estudio con un enfoque cuantitativo .....	38
<b>Figura 4.</b> Curado de probetas	
<b>Figura 5.</b> Enfriamiento de probetas .....	53
<b>Figura 6</b> curado de vigas	
<b>Figura 7.</b> Exposición a temperatura de vigas	
<b>Figura 8.</b> Ensayo a tracción de vigas .....	54
<b>Figura 9.</b> Acero de refuerzo	
<b>Figura 10.</b> Armado de viga	
<b>Figura 11.</b> Viga en el horno .....	55
<b>Figura 12</b> resistencia a la compresión de probetas a después de ser sometidas a 150 °C con enfriamiento brusco y normal .....	57
<b>Figura 13</b> resistencia a la compresión de probetas a después de ser sometidas a 350 °C, con enfriamiento brusco y normal .....	57
<b>Figura 14.</b> Porcentaje de deterioro de resistencia a compresión de las probetas después de ser sometidas a 150 °C .....	58
<b>Figura 15.</b> porcentaje de deterioro de resistencia a compresión de las probetas después de ser sometidas a 350 °C .....	58
<b>Figura 16</b> resistencia a la flexión de probetas a después de ser sometidas a 150 °C .....	59
<b>Figura 17</b> resistencia a la flexión de probetas a después de ser sometidas a 350 °C .....	60
<b>Figura 18.</b> Porcentaje de deterioro de resistencia a la flexión de las probetas de concreto después de ser sometidas a 150 °C, por el tiempo indicado en la gráfica .....	60
<b>Figura 19.</b> Porcentajes de deterioro de resistencia a compresión de las probetas después de ser sometidas a 350 °C, por un periodo de tiempo indicado en la gráfica.....	61
<b>Figura 20</b> Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo después de ser sometidas a 150 °C .....	62
<b>Figura 21.</b> Resistencia a la tracción del acero de refuerzo después de ser sometidas a 350 °C .....	62
<b>Figura 22.</b> Porcentaje de deterioro de resistencia a tracción del acero después de ser sometidas a 150 y 350 °C, por un periodo de tiempo indicado en las figuras 8 y 9 respectivamente.	

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo Determinar el grado de deterioro de las propiedades mecánicas en elementos del concreto armado causado por efectos del fuego. El trabajo se desarrolla desde a caracterización de los agregados, para luego realizar el diseño mezcla de concreto de  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , con Relaciones agua-cemento de 0.58, el método empleado para el diseño del concreto fue del American Concrete Instituto (ACI), luego se procedió la elaboración de las probetas cilíndricas con dimensiones de 15x30cm para el ensayo a compresión y para el ensayo a flexión se elaboraron vigas de 15x16x50 cm. Además, se elaboraron columnas de 25x25 con una longitud de 55 cm, con acero de refuerzo de  $\frac{1}{2}$ " para poder efectuar el ensayo tracción del refuerzo. Posteriormente los elementos se sometieron la temperatura establecida, para el efecto se utilizó un horno eléctrico de temperatura controlada con adecuada precisión y en tiempo real. Las muestras cilíndricas fueron sometidas tiempos de exposición de 1 y 2 horas en temperaturas de 150 y 350 °C con dos tipos de enfriamiento (normal y brusco). Para las probetas vigas también se aplicó las mismas temperaturas y tiempos aplicados a las probetas cilíndricas, con diferencia que el enfriamiento solo fue de forma normal, y para las varillas de refuerzo se aplicaron las mismas temperaturas en un periodo de tiempo de 2 h. La resistencia compresión y flexión disminuyo con relación al tiempo de exposición y el tipo enfriamiento. De los resultados obtenidos se ha determinado que grado deterioro máximo en compresión fue del 33.28%, en flexión fue de 36.68 % y en tracción del acero fue del 1.47 %.

**Palabras clave:** efectos del fuego, grado de deterioro, flexión.

## Abstract

The objective of the present investigation was to determine the degree of deterioration of the mechanical properties of concrete elements. The work has become a characteristic of the aggregates, to then make the design of the concrete mix of 280 kg / cm<sup>2</sup>, with the water-cement ratio of 0.58, the method used for the design of concrete, such as American Concrete Institute (ACI), then proceeded to the development of cylindrical test tubes with dimensions of 15x30 cm for the compression test and for the test to flexion beams were made 15x16x50 cm. In addition, 25x25 columns with a length of 55 cm were made, with ½ "reinforcing steel to perform the test. Subsequently, the elements were subjected to the established temperature, for the purpose it was updated. The cylindrical samples were subjected to exposure times of 1 and 2 hours at temperatures of 150 and 350 ° C with two types of cooling (normal and sudden). For the test specimens the same frequencies and times applied to the cylindrical specimens are also applied, with the difference that the fan was only of the normal form, and for the reinforcement rods the same speeds were applied in a period of time of 2 h . The resistance to compression and flexion decreased in the exposure time and the type of cooling. From the results of the results of the results of the maximum compression score was 33.28%, in the bending of 36.68% and in the steel traction was 32.5%.

**Keywords:** effects of fire, degree of deterioration, bending.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

A nivel internacional, los incendios en edificaciones ya sea para uso de viviendas o para algún tipo de industria, son fenómenos que pueden ocurrir en momentos menos pensados, los cuales son una gran amenaza, tanto para las estructuras en las edificaciones a lo largo de su vida, como para las personas que están dentro o a los alrededores de los inmuebles de las edificaciones o inmuebles. Por ello es necesario estudiar este tipo de siniestros para poder reducir víctimas mortales como pérdidas a la propiedad y de alguna manera reducir todos los peligros involucrados.

Al momento que pueda ocurrir un incendio, en función de la magnitud este puede llegar a ser catastrófico para la edificación, ya que tiene un poder altamente destructivo para los concretos armados a altas temperaturas.

El concreto armado es un material que tiene un buen comportamiento ante la exposición al fuego, a pesar de esto las altas temperaturas puede afectar su propiedades mecánicas y químicas, en muchos casos llegando a causar daños irreversibles, esto dependiendo del grado de deterioro.

Además de otra ventaja de la adición de hormigón, debe discutirse en el campo estructural, por ejemplo, al utilizar hormigón como elemento protector y revestimiento de barras de acero, los elementos estructurales de hormigón tienen la capacidad de cumplir con los requisitos de diseño para eventos como incendios. Cuando se alcanza esta condición, se puede obtener la resistencia al fuego requerida. En los últimos 40 años, el conocimiento sobre las propiedades mecánicas de este material a altas temperaturas ha dado un buen paso. La teoría es la teoría de la elasticidad a 350°C.

Así como los daños ocurridos en el concreto armado están función de la magnitud o nivel de temperatura, también dependen de otros factores, como pueden ser el tiempo de exposición al fuego, el tipo de enfriamiento, el tipo de concreto, entre otros.

Sin embargo, la degradación de las propiedades mecánicas del hormigón no solo se debe a la destrucción de su composición química, sino también a la destrucción parcial de determinadas superficies, las cuales son provocadas por fisuras que suelen ser provocadas por choque térmico en dichas zonas. Cuando se usa una boquilla de agua fría para extinguir un incendio

Esto producirá una contracción brusca e irregular, provocando que el elemento de hormigón produzca toda una red de fisuras o microgrietas, lo que incide en una

determinada profundidad. Sin embargo, además, debido a la fuerte expansión del material de refuerzo, el revestimiento del acero tiende a saltarse todo o parte del mismo, o al menos a reducir en gran medida la adherencia entre los dos, facilitando así una significativa pérdida de resistencia perjudicando así el correcto funcionamiento óptimo de la del elemento estructural.

Al terminar un incendio la reparación de las estructuras afectadas es un capítulo abierto lo cual nos conlleva a la necesidad de tener que identificar la magnitud de los daños sufridos por los incendios, tanto en los mismos materiales como de los elementos estructurales. En la evaluación del daño de las estructuras de hormigón después del fuego, se podrá identificar el nivel de deterioro producido por los procesos químicos y físicos que se dan en todos componentes del concreto. Esto dependiendo de muchos factores: tiempo de incendio, temperatura máxima, tipo de sofocación del fuego (Chan, 2000, pg. 28).

Cuando se produce alguno de estos incendios en cualquier edificio o cualquier edificación con estructura de hormigón, se suele encomendar a un equipo técnico adecuado que trate de encontrar la forma de obtener la mayor cantidad de información posible sobre el estado de resistencia de los materiales de construcción de cualquier forma. La estructura (hormigón) tras la acción agresiva del fuego para estimar la resistencia residual en el elemento resistente de la forma más realista posible, lo que nos permite diseñar el tipo de reparación o refuerzo más adecuado.

Las patologías sufridas deben ser identificados con suficiente precisión cuando la seguridad de la estructura está en riesgo, con el fin identificar el grado de deterioro producidos por el fuego en los componentes del concreto armado y de algún modo definir la estrategia de la reparación más adecuada o decidir sobre la demolición de la estructura. Por ello en el presente proyecto de investigación se estudiará ¿Cuál es el grado de deterioro de las propiedades mecánicas en componentes del concreto armado causado por efectos del fuego?



## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Referencias internacionales**

Huincho (2017) en su tesis, Evaluación de la resistencia mecánica del concreto sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo

Nos dice que el propósito de esta investigación es estudiar el impacto del fuego directo en miembros de concretos ordinarios o convencionales. Usando cemento tipo Portland, la relación agua-cemento es 0,60, 0,65 y 0,70, y la cantidad de agua puede garantizar la mejor trabajabilidad. El diseño del hormigón se basa en el peso unitario máximo compactado de la combinación de áridos para obtener un hormigón con una resistencia media y una consistencia entre 3 y 4 pulgadas. Para evaluar y medir la temperatura, se utilizó por primera vez un termómetro infrarrojo digital, que puede registrar la temperatura con precisión en tiempo real desde casi cualquier superficie. Con el fin de aislar el calor y garantizar la uniformidad de la temperatura durante el proceso de combustión de la muestra, se diseñó y construyó un horno cilíndrico especialmente para esta investigación, y cada lote puede contener hasta 154 "x 8 muestras" o 6 muestras de tamaño 6 " x 12 ". El uso de madera recuperada como material combustible permite la investigación para minimizar el impacto sobre el medio ambiente. Se ha desarrollado un hormigón estándar (CPO) para tres relaciones agua-cemento, y se ha comparado su desempeño con muestras de combustión directa expuestas a tres relaciones a / c de 1, 2 y 3 horas. De hecho, todas las pruebas se sometieron al mismo perfil de temperatura, por lo que las características se pueden comparar con mayor precisión en función del perfil de temperatura promedio de todo el estudio. De esta forma se obtuvieron los siguientes resultados: pérdida de masa, pérdida de resistencia a la compresión, tracción y módulo de elasticidad, cambios en el comportamiento elástico del hormigón, relación tracción-compresión, influencia del tamaño de muestra, fuerza compresiva y en la pérdida de masa, la temperatura alcanzada y su evolución en el tiempo.

El aporte al tema es que al igual que anteriores antecedentes se hacen ensayos con probetas de concreto expuesto al fuego para luego ser sometidas a ensayos para determinar su grado de deterioro, los cuales me sirven como referencia para hacer la parte experimental del proyecto de investigación y así poder constatar los resultados obtenidos tanto en campo como en el laboratorio. Ya que la presente investigación busca determinar un resultado en base a otras investigaciones con cierto grado de similitud.

Alvarado (2016) en su tesis estudio del comportamiento del concreto estructural expuesto al fuego. Dijo que en su trabajo estudió la influencia de la resistencia a la flexión de elementos de hormigón armado expuestos al fuego. La resistencia de diseño  $f_c = 210 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ , y el límite elástico  $f_y = 4200 \text{ kilogramos} / \text{cm}^2$  (Se ha utilizado el diseño) y la muestra ha sido curada en el laboratorio. Las muestras fabricadas se dividen en dos grupos: muestras no expuestas al fuego y muestras expuestas a una temperatura promedio de  $(750^\circ\text{C}-1050^\circ\text{C})$  durante 30 minutos, y luego enfriadas al ambiente antes de las 24 horas para la prueba de deflexión, la carga es el span. Dos terceras partes de la luz.

A partir de las pruebas realizadas, se determinó que la resistencia a la flexión de cada elemento disminuyó según la temperatura y el tiempo de exposición alcanzada, cada probeta presentó distintos tipos de patologías tales como: fisuras, agrietamientos y cambios de color. Aportando que hace al presente trabajo de investigación es con normas ASTM Para ensayo de las probetas, además se realizan algunos ensayos similares a los que realizare en este trabajo de investigación.

Chauca y Cruz (2104) en su tesis evaluación del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  a altas Temperaturas. Este trabajo tiene como objetivo de hacer una evaluación del comportamiento del concreto de  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  expuesta a altas temperaturas ocasionadas por los incendios, así mismo esta tesis se realiza para poder ver el comportamiento del hormigón y la variación de la resistencia cuando los elementos estén bajo el efecto de Se controla la temperatura de calentamiento, y para ello se fabricará un tubo de ensayo. Para implementar el proyecto, usamos agregados finos y gruesos de las canteras Dulonp y Besique respectivamente, y luego usaremos cemento Portland Tipo I para hacer 36 especímenes con cuidado. Los 0.45, 0.50, 0.60 son elaborados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional del Santa, luego del diseño se procedió a el realizado de las probetas de concreto en el mismo laboratorio las dosificaciones de las probetas son de  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , divididos en grupos de doce probetas por cada diseño después sean expuesta a temperaturas controlada de  $(300^\circ\text{C}, 600^\circ\text{C}, 800^\circ\text{C})$  .Para finalizar nos dice que sus datos obtenidos serán usados para que se haga un análisis de comparación entre el concreto patrón y el concreto expuesto a elevadas temperaturas y así poder tener un mayor criterio a la hora de escoger la mejor alternativa para un diseño o reforzamiento.

El aporte principal al proyecto de investigación: detalla paso a paso el ensayo del concreto con 36 probetas de  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  simulando un incendio con temperatura controlada de (300°C, 600°C, 800°C) para luego ser sometidas a ensayos mecánicos y hacer una comparación los resultados obtenidos.

### **1.2.1.1 Referencias en inglés**

Liu y Peng Zhang (2010). En su artículo de investigación, “Influence of elevated temperature on mechanical properties and durability of concrete”. Las estructuras de concreto están expuestas a altas temperaturas durante el fuego. Las propiedades mecánicas y la durabilidad después de la exposición a temperaturas elevadas son de gran importancia en términos de la capacidad de servicio de los edificios. En este proyecto, se han estudiado los efectos de temperaturas elevadas (20, 100, 200, 300, 400, 500 y 600 on) sobre la resistencia a la compresión, el módulo elástico, la energía de fractura, la absorción capilar de agua y la penetración de cloruro. La influencia de los métodos de enfriamiento en estas propiedades también se ha investigado. Los resultados obtenidos indican que cuando la temperatura está por debajo de 400 °C para el concreto A ( $W / C = 0.4$ ) y 300 °C para el concreto B ( $W / C = 0.5$ ) con enfriamiento natural, la resistencia a la compresión no disminuyó inmediatamente. Pero con el enfriamiento de las salpicaduras de agua, la resistencia a la compresión del concreto perdió aprox. 20% a 300 grados. El módulo elástico del concreto disminuyó gradualmente con el aumento de la temperatura. Y no hay una diferencia real entre dos tipos de métodos de enfriamiento. Cuando la temperatura es superior a 400 grados solamente, la energía de fractura disminuyó significativamente. Después de exponerlo a temperaturas elevadas, el concreto absorbió mucha más agua y iones de cloruro, lo que representa un alto riesgo para las Estructuras RC. Este efecto también se tendrá en cuenta cuando se evalúen las estructuras de concreto después del incendio.

Sirve como referencia cuando nos dice que, con enfriamiento natural, la resistencia a la compresión no disminuyó inmediatamente. Pero con el enfriamiento de las salpicaduras de agua, la resistencia a la compresión del concreto perdió aprox. 20% a 300 grados, es una referencia de gran aporte para un ensayo con enfriamiento brusco, así poder constatar los resultados obtenidos tanto en campo como en el laboratorio. Ya que la presente investigación busca determinar un resultado en base a otras investigaciones con cierto grado de similitud, y de esta manera brindar un estudio más exacto y confiable.

Ramírez y Pérez (2010) en su artículo de investigación “Durability of concrete Compresión testing of material High temperaturas”. Nos dicen que, en muchos casos, la estrategia recomendada arriba proporciona suficiente información para una recomendación sobre cómo restaurar una construcción después de un incendio. Pero a veces se necesita una imagen más detallada de la degradación para evaluar las condiciones de una construcción y luego se abre un segundo nivel de complejidad utilizando la perforación de testigos y una batería de pruebas de laboratorio. In situ, inmediatamente después de la perforación, es posible realizar mediciones de pulsos ultrasónicos a diferentes profundidades desde el lado expuesto al fuego del núcleo para obtener una visión general aproximada de la profundidad del daño. Como este método está en las decisiones del sitio para llevar a cabo una mayor perforación, puede basarse en los resultados. En el laboratorio, los núcleos se pueden examinar mediante diferentes métodos de microscopía. Los estudios de las grietas y el cambio de color pueden proporcionar información importante sobre la temperatura máxima a la que el refuerzo puede haber estado expuesto y la información sobre la durabilidad residual ya que la alta intensidad de las grietas amplifica la sensibilidad a la corrosión del refuerzo. Para obtener finalmente un acoplamiento directo a las propiedades mecánicas, se pueden realizar mediciones ópticas de deformación de campo completo durante un ciclo de carga de compresión en los núcleos perforados. Con esta medida, se puede determinar una verdadera respuesta mecánica del material en la sección transversal ya que las partes más dañadas se deformarán más bajo carga a medida que se reduzca la rigidez. Esto dará una imagen del grado de daño a diferentes profundidades.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Concreto armado**

El concreto armado es una técnica de construcción sumamente empleada en el rubro de la construcción; consiste básicamente en la combinación de dos materiales, los cuales son el hormigón o concreto simple y las varillas de acero (acero de refuerzo) también se puede hacer el uso de otros materiales como refuerzos, de los cuales tenemos: Mallas de acero, Fibras plásticas, fibra de vidrio Fibras de acero, entre otros materiales que cumplan con las condiciones requeridas por los proyectos. Además el concreto puede ser mezclado con distintos aditivos, según se requiera (plastificantes, aceleradores de fragua, retardantes de fragua, etc.), antes de un previo estudio.

### 13.1.1 Normatividad

Normatividad La normativa del concreto armado en nuestro país está dada por el Reglamento Nacional De Edificaciones, la cual es la norma E.060.

Dicha norma está encargada de fijar todo los requisitos y exigencias mínimas para que se lleve a cabo el análisis, diseño, construcción, control de calidad e inspección de estructuras. (RNE, norma E.060)

### 13.1.2 Por el método ACI

Revenimiento, cm	Agua, kg/m <sup>3</sup> concreto para TMG, mm							
	9.5	12.5	19	25	38	50	75	150
Concreto sin aire incluido								
De 2.5 a 5.0	207	199	190	179	166	154	130	113
De 7.5 a 10	228	216	205	193	181	169	145	124
De 15 a 17.5	243	228	216	202	190	178	160	---
Cantidad aprox. aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
De 2.5 a 5.0	181	175	168	160	150	142	122	107
De 7.5 a 10	202	193	184	175	165	157	133	119
De 15 a 17.5	216	205	197	174	174	166	154	---
Promedio recomendado de aire por incluir por exposición								
Exposición ligera	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Fuente: ACI 211.1 - Tabla 6.3.3; diseño de mezcla de concreto

- 1) Definir el contenido de aire atrapado

**Tabla 1.** Aire atrapado según el TMN del agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Fuente: ACI 211

- 2) Seleccionar la relación agua/cemento por resistencia a compresión

**Tabla 2.** Correspondencia entre del concreto.

Resistencia a la compresión a los 28 días Kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua / cemento por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	--
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Fuente: ACI 211.1 - Tabla 6.3.4; diseño de mezcla de concreto

3) Calcular el contenido de cemento

Para la cual se hará una división del paso 4 entre el paso 5

4) Definir el peso para el agregado grueso

**Tabla 3.** Tamaño máximo nominal del agregado grueso

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. ( b / b <sub>o</sub> )			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

5) Cálculo de la adición de los volúmenes absolutos de todos los materiales a excepción del agregado fino.

En este paso se hará una suma de los datos obtenidos en los pasos anteriores, de los materiales, divididos entre el peso específico de cada uno.

$$(m^3) (\text{Agua}/\gamma_a) + \text{Aire} + (\text{cemento}/\gamma_c) + (\text{agregado grueso}/\gamma_{ag})$$

**Donde:**

$\gamma_a$ : peso específico del agua

$\gamma_c$ : peso específico del cemento

$\gamma_{ag}$ : peso específico del agregado grueso

- 6) Determinar el volumen de agregado fino

Para determinar el volumen de este material de realizar la siguiente resta:

$$1 - (\text{volumen absoluto (9)})$$

- 7) Determinación del peso del agregado en estado seco del agregado fino.

Se realiza una multiplicación del dato obtenido en el paso (10) por el peso específico seco del agregado fino

- 8) Presentación del diseño en estado seco  
9) Presentación de diseño en estado húmedo

### 13.1.3 Por el método Walker

Para este método se repiten los pasos del ACI del 1 al 7

- 8) Cálculo de la adición de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin incluir los agregados.

En este paso se hará la sumatoria de los datos obtenidos en los pasos anteriores, de los materiales, divididos entre el peso específico de cada uno. (m<sup>3</sup>)

$$(\text{Agua}/\gamma_a) + \text{Aire} + (\text{cemento}/\gamma_c)$$

**Dónde:**

$\gamma_a$ : peso específico del agua

$\gamma_c$ : peso específico del cemento

- 9) Determinar el volumen de agregado total

Para determinar el volumen de este material de realizar la siguiente resta:

$$1 - (\text{volumen absoluto (paso 8)})$$

- 10) Cálculo del porcentaje del agregado fino

**Tabla 4.** Para calcular el porcentaje del agregado fino

Tamaño máximo Nominal del Agregado Grueso	Agregado Redondeado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado Fino – Módulo de Fineza de 2.3 A 2.4								
3 / 8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1 / 8"	49	46	43	40	57	54	51	48
3 / 4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1 / 2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
Agregado Fino – Módulo de Fineza de 2.6 A 2.7								
3 / 8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1 / 2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3 / 4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1 / 2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregado Fino – Módulo de Fineza de 3.0 A 3.1								
3 / 8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1 / 2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3 / 4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1 / 2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

Fuente: ACI 211

11) Cálculo del volumen de los agregados, fino y grueso

$$\text{Vol. De AF} = (\text{Paso 9}) \times (\text{paso 10})$$

$$\text{Vol. De AG} = (\text{Paso 9}) \times (1 - (\text{paso 10}))$$

12) Cálculo de peso de los agregados.

$$\text{AF} = (\text{paso 11}) \times (\text{peso específico del agregado fino})$$

$$\text{AG} = (\text{paso 11}) \times (\text{peso específico del agregado grueso})$$

13) Presentación de diseño en estado seco



### 13.1.4 Ensayo a la compresión del concreto

Consiste en aplicar una carga axial en la probeta de concreto elaborada o en los testigos extraídos o diamantinos a una velocidad normalizada, rango prescrito mientras ocurre la falla (NTP 339.034 2008).

Este ensayo es aplicado para poder determinar la resistencia a la compresión de las probetas que tengan una forma cilíndrica. Bajo las normas NTP 339.034 también los métodos de ensayo de las NTP 339.059,

Este ensayo consiste en determinar la resistencia a compresión ( $f_c$ ) del concreto, con la aplicación de una carga axial a los especímenes de concreto con una velocidad especificada ( $0.25 \pm 0.05$  MPa/s). La resistencia a la compresión se calcula mediante la división de la carga máxima aplicada entre el área de sección transversal de la probeta.

Para este ensayo el concreto se moldea en especímenes cilíndricos, ya sea en el campo o en obra u obtención de núcleos. Los especímenes de ensayos deben cumplir con ciertas características en sus dimensiones, las cuales están estandarizadas (100 x 200mm y 150 x 300). También se pueden utilizar otras dimensiones, siempre y cuando la relación de longitud y diámetro sea igual a dos ( $L/D = 2$ ). La diferencia de diámetro de un espécimen individual con respecto a los demás no debe ser mayor al 2% de los demás, el número mínimo de especímenes de diámetro 150mm es 2 y para 100 la cantidad mínima es de 3 espécimen por ensayo.

$$RC = \frac{P}{A}$$

**Dónde:**

P = carga máxima aplicada en kg

A = área de sección transversal cm<sup>2</sup>

RC= resistencia a la compresión del concreto en kg/cm<sup>2</sup>

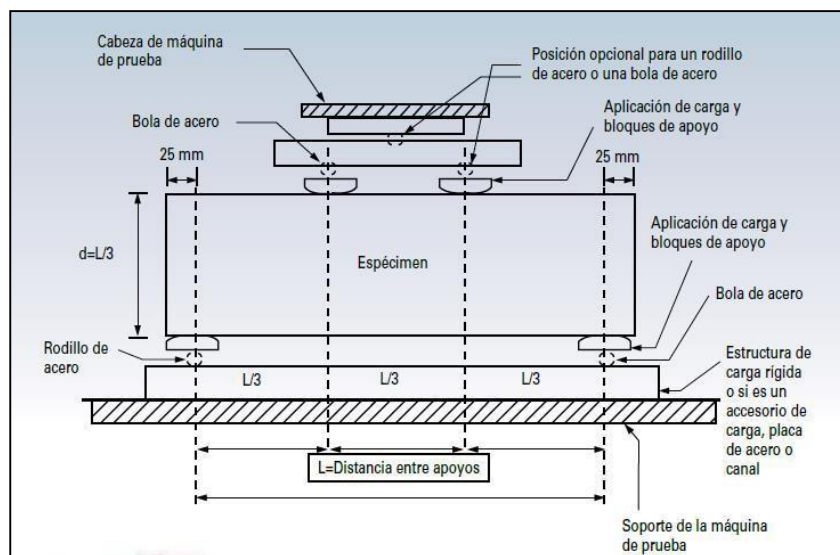
### 13.1.5 Ensayo a la flexión del concreto

Se aplica para poder determinar la resistencia a la flexión de los materiales bajos la reglamentación De la NTP 339.033. Todos los resultados que se puedan obtener también se reportan como el módulo de rotura de un material. La resistencia que se obtenga puede variar de acuerdo a los tamaños de los especímenes, condiciones de humedad, preparación, etc (NTP 339.078 2012).

Según la norma NTP 339.078, Cuando se trate de varios laboratorios, el coeficiente de variación se ha establecido en 7,0 %; luego los resultados de dos ensayos sobre vigas de la muestra de un mismo lote.

Este método de ensayo determina la resistencia a la flexión del hormigón usando una viga simple con carga en los tercios. Los valores establecidos en unidades de pulgadas - libras deben mantenerse como norma. Las medidas equivalentes han sido redondeadas para una aplicación práctica. El método que más se emplea es de en este ensayo es de la viga simplemente apoyada con aplicación de carga en los dos tercios de luz de la probeta la cuales realizan bajo la norma de ASTM C 31 Y ASTM C78, como también se pueden utilizar en vigas de voladizo y simplemente apoyada con aplicación de carga en el punto medio de la luz.

Las probetas para este ensayo son vigas rectangulares con el eje mayor en posición horizontal,



**Figura 1** Especificaciones del Ensayo a Flexión con cargas aplicadas en los tercios

**Fuente:** Norma ASTM C78

- Si la falla es en el tercio central, el módulo de rotura se calcula con la siguiente fórmula

$$MR = \frac{3 * P * a}{b * d^2}$$

**MR** = Módulo de rotura de la viga (kg/cm<sup>2</sup>).

**P** = Carga máxima aplicada en (kg.).

**L** = Distancia entre apoyos (cm).

**b** = Ancho de la viga en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

**d** = Altura de la viga en la posición de ensayo, en la sección de falla (cm).

- Si la falla ocurre fuera del tercio central el módulo de rotura se calcula con la siguiente fórmula

$$R = 3Pa / bd^2$$

Dónde:

R = Módulo de Ruptura en Mpa.

P = Carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo, en N.

a = Distancia media entre la línea de fractura y el apoyo más cercano medido en la superficie de la tracción de la viga, en mm

L = Luz entre apoyos, en mm

b = Promedio del ancho del todo espécimen en la fractura, en mm

d = Promedio de la altura del espécimen en la fractura, en mm

Por lo tanto, Si la fractura se produce en la superficie de tracción fuera del tercio medio de la luz libre, en más de un 5% de la luz libre, desechar los resultados del ensayo

### **Máquina de ensayo a la flexión**

De acuerdo con ASTM E, la máquina de prueba debe cumplir con los requisitos de esta sección según la verificación, la corrección y el intervalo de tiempo entre la verificación. 4. Está prohibido utilizar máquinas de prueba manuales accionadas por bomba No se aplica carga continua en una sola carrera de pistón. Permite el uso de motores de desplazamiento positivo o bombas manuales, que tienen capacidad suficiente para completar la prueba en una sola carrera de pistón sin recargar. Debe poder aplicar la carga a una velocidad uniforme sin turbulencias o interferencias (NTP 339.078 ,2012)

### 13.1.6 Ensayo a tracción del acero de refuerzo

El ensayo de tracción en el acero consiste básicamente en someter las probetas en diferentes a un esfuerzo axial progresivo hasta llegar al punto de ruptura y bajo la norma NTP 350. 405.

El esfuerzo es aplicado desde el punto cero siendo aumentado gradualmente hasta llegar al punto máximo, la probeta experimenta una elongación, la cual genera una disminución de diámetro, así como también gracias al proceso de cambio de áreas transversales se genera un cambio de temperatura a causa del trabajo que esta elabora para generar la deformación que se puede percibir a simple vista.

Las probetas pueden ser estandarizadas y no estandarizadas, las primeras tienen unas características físicas que son las que permiten ser utilizadas en la máquina de ensayo, tiene una parte central con dimensiones establecidas y una terminación en ambos lados que permiten que sean fijadas en la máquina.

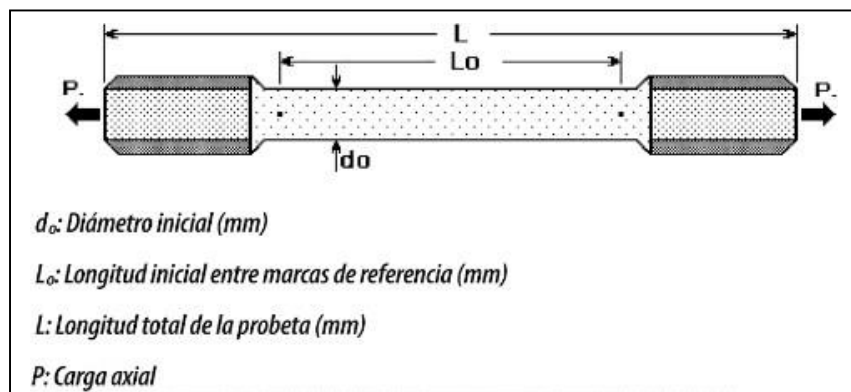


Figura 2. Especificaciones del Ensayo a tracción del acero

$$\sigma_e = \frac{F}{A_0}$$

$\sigma_e$  = Tensión

$F$  = Fuerza Aplicada

$A_0$  = Sección Inicial

## **1.3.2 Factores que influyen en los daños de una estructura en un incendio**

### **1.3.2.1 Materiales**

Uno de los factores principales para que el fuego se expanda o aumente, son los materiales que se encuentran dentro de los inmuebles afectados por los incendios, estos materiales pueden estar almacenados en el lugar del siniestro o también pueden ser parte de los acabados, la tabiquería de una edificación,

El tipo de materiales y la cantidad de materiales que sean combustibles llegan a tener una importante influencia en los daños que ocasiona un incendio, dichos materiales no solo son lo que se encuentran almacenados en el lugar, sino también pueden ser estructurales, mobiliario, artefactos o materiales utilizados para la decoración. (Scannone, 2008)

### **1.3.2.2 Corrientes de aire**

Para que se produzca un incendio requiere de tres elementos el combustible el oxígeno y el calor, entonces se podría decir que mientras más aire se produzca habrá mayor cantidad de oxígeno, por ende el fuego se desarrollara con mayor intensidad, produciendo mayor daño Este aire puede ingresar por ventanas, puertas u otros lugares usados como ventilación o tragaluces, lugares de acceso como escaleras huecos de ascensores, suministrando así el oxígeno necesario para avivar las llamas, por consecuencia se dará un incremento de temperaturas. (Scannone, 2008 pág. 29)

### **1.3.2.3 Áreas o compartimientos aislados**

Los materiales que se usan para tabiquería en una edificación no siempre son de materiales con cualidades de resistencia al fuego, sino que también se usan materiales que pueden servir como combustibles al momento de que se produzca un incendio

Por ejemplo, se usan como tabique divisorios paneles madera, paneles de plástico, estas condiciones mayormente se ven en las industrias donde predominan las oficinas abiertas. (Scannone, 2008 pág. 29).

## **1.3.3 Clasificación de los incendios**

Al momento de un incendio los materiales combustibles no presentan el mismo comportamiento, por ello se le clasifica de acuerdo con el tipo de combustible para cada caso.

### **13.3.1 Incendios tipo A**

Este tipo de incendios llegan a ser originados por los materiales más sólidos, los cuales suelen dejar cenizas y carbón después de quemarse dentro de estos materiales tenemos: la madera, el cartón, tejidos, siendo el método más efectivo para su extinción el enfriamiento (Scannone, 2008 pág. 32).

### **13.3.2 Incendios tipo B**

“Este tipo de incendios son causados por el tipo de combustible líquido, o el tipo que emite líquido por el calor del alquitrán, gasolina, aceite, grasa, solvente, etc. El método de extinción más eficaz es el de sofocación”. (Scannone, 2008 pág. 32)”.

### **13.3.3 Incendios tipo C**

Este tipo de incendios son provocados principalmente por combustibles gaseosos, como acetileno, butano, propano, metano, etc. El mejor sistema para extinguir estos incendios es eliminar la salida de gas y cerrar la válvula más cercana. También se puede extinguir por sofocación. (Scannone, 2008 pág. 33)

Este tipo de combustibles se pueden encontrar en pinturas spray aerosoles, el gas natural, este tipo de combustibles son altamente inflamables llegando en ocasiones a provocar explosiones

### **13.3.4 Incendios tipo D**

También se les llama "fuegos especiales". Pueden estar compuestos de ciertos productos químicos o metales combustibles (como sodio, potasio, polvo de aluminio, titanio, Consulte antes de manipular cualquiera de estos productos con circonio, litio, etc. Circonio, litio, etc. Antes de manipular cualquiera de estos productos es importantísimo consultar.

### **13.3.5 Incendios tipo E**

Los incendios que ocurren en presencia de voltaje también se conocen como "incendios eléctricos", que se refieren a los incendios que se originan en equipos o dispositivos eléctricos, o cualquier incendio que ocurre en presencia de un "voltaje" de 25 voltios. Siempre debe asfixiarse con un agente extintor que no sea de catéter para cortar el suministro eléctrico y apagarlo. (Scannone, 2008 pág. 35)

Mayormente se originan por cortos circuitos, ya sea por malas instalaciones o sobrecarga de corriente, para que se avive el fuego en este tipo de incendios se requiere de otros combustibles

Este tipo de incendios son muy frecuentes en inmuebles con instalaciones eléctricas de manera clandestina o precaria (materiales no normatizados).

#### **1.3.4 Resistencia al fuego**

Se dice que en teoría un material es resistente al fuego, cuando es capaz de ejercer de una manera óptima su función para la que fue diseñada, durante o después de un incendio, bajo la acción de altas temperaturas, las cuales amenazan con deteriorar a dicho material.

“Un incendio puede ser definido como un fenómeno muy complejo, ya que es difícil determinar su magnitud de manera exacta, por el tamaño de un incendio como ya se mencionó anteriormente depende de muchos factores como; materiales, corrientes de aire material de construcción de la vivienda. También se dice que depende del tipo de materiales, del tipo de local y su ubicación, y de las condiciones del medio (temperatura, presión, composición de la atmósfera, dirección del viento, humedad relativa). En cada incendio, independientemente de su curso específico, podemos distinguir los siguientes rasgos esenciales: la temperatura máxima, la cantidad de calor producido, la velocidad de combustión, la velocidad con la que aumentan las temperaturas y la duración del incendio”. (Scannone, 2008 pág. 56).

#### **1.3.5 Efectos del fuego en el concreto reforzado**

Los efectos que puede producir el fuego en el concreto armado pueden ser, que el concreto llega a sufrir muchas alteraciones en sus propiedades físicas y químicas. Estas alteraciones van deteriorando la capacidad y seguridad de la estructura. Entre los efectos más relevantes podemos citar:

- **Disminución de su resistencia a la compresión.**

El aumento progresivo de la temperatura del concreto va produciendo en estas modificaciones importantes: entre 10s 100 y 300 grados centígrados se evapora el agua químicamente libre contenida en los capilares. Entre 200 y 300 grados centígrados la pérdida de agua capilar se completa sin que se aprecien aún alteraciones en la estructura del cemento hidratado y sin que la resistencia a la compresión disminuya en forma apreciable.

De 300 a 400 grados centígrados comienza la separación del agua químicamente unida en la pasta del cemento, teniendo lugar una sensible disminución de las resistencias a la compresión. A los 400 grados comienza a transformarse el hidróxido de calcio procedente de la hidratación de los silicatos en hidróxido de calcio o cal viva. Hacia los 600 grados los agregados gruesos se expanden fuertemente ocasionando tensiones

internas que provocan la disgregación del concreto, terminando por anularse la resistencia a la compresión del concreto a temperaturas cercanas a los 1000 grados centígrados. (Scannone, 2008 pág. 56).

- **Cambios de color.**

Los concretos con agregados silíceos, sufrirán una serie de cambios progresivos de color que son característicos para cada nivel de temperatura alcanzado; esta coloración se conservará aún después del enfriamiento y podrá ser observada en la superficie y dentro del concreto, según la profundidad hasta donde haya penetrado el calor. Las zonas que se presenten tiznadas por el humo (proveniente de la combustión incompleta de los materiales) generalmente solo sufren daños leves, ya que no se genera gran cantidad de calor y por ende no se alcanzan altas temperaturas. Si la temperatura aumenta posteriormente el color negro de la superficie será sustituido por rosado, crema o ante según el nivel máximo de calor producido. (torres, 2010 pág. 45)

- **Disminución del Módulo de Elasticidad.**

El módulo de elasticidad también va sufriendo disminuciones por la acción de las altas temperaturas, lo cual es especialmente peligroso si el concreto forma parte de elementos de pequeño espesor como pueden ser las losas o placas, siendo este el motivo, junto con las dilataciones del acero, de las grandes deformaciones que pueden presentar estos elementos estructurales. (torres, 2010 pág. 45).

- **Agrietamientos.**

Por efecto de los esfuerzos de tensión que ocurren al calentarse y enfriarse el concreto, se producen grietas perpendiculares a la superficie. Las grietas pueden penetrar varios centímetros en el concreto generalmente con una forma irregular formando una red tipo piel de cocodrilo. (torres, 2010 pág. 45)

- **Sobresfuerzos producidos por efectos térmicos.**

El gradiente de temperatura entre dos caras de un mismo elemento estructural produce dilataciones o deformaciones diferenciales que generan momentos flectores hiperestáticos en la sección del elemento, que se superpone a los producidos por las cargas gravitacionales. Estos momentos térmicos generan grandes tensiones dentro de los elementos afectados causando deformaciones y agrietamientos en los mismos.



Este efecto se aprecia especialmente en vigas de gran sección (torres, 2010 pág. 48)

- **Efecto spalling**

Pertencientes a estructuras en vigas de gran sección pertenecientes a estructuras hiperestáticas.

Es el fenómeno de fallo para incendios con hormigón. En condiciones de altas temperaturas trozos de hormigón estallan hacia afuera de la superficie a altas velocidades. Se desconoce en su totalidad el mecanismo del spalling, pero se piensa que principalmente se da por el incremento de presiones dentro del hormigón, debido a la formación de vapor de agua

En la práctica, los poros del hormigón contienen una cierta cantidad de agua que puede evaporarse si el hormigón excede los 100 grados centígrados el aumento de la presión por el vapor excede las capacidades de los poros del hormigón para lanzar la presión, el hormigón se desprenderá u se producirá sellen. (torres, 2010 pág. 60)

### **1.3.6 Potencial calorífico**

Bayon (2000, pg.37) Se define como la cantidad de calor que emite la combustión de los materiales combustibles que estén contenidos en un local por cada m<sup>2</sup>. El potencial calorífico es expresado en kilocalorías /m<sup>2</sup> o más corrientemente en kilogramos de madera por metro cuadrado, el poder calorífico de la madera es de 4000 kcal/kg. Se puede decir que hay una relación entre el potencial calorífico, la máxima temperatura que se alcanza y el tiempo de duración del incendio. De manera experimental se obtuvieron los resultados siguientes:

- 25 kg/m<sup>2</sup> de madera, la temperatura es de 900 °C en 20 min
- 50 kg/m<sup>2</sup> de madera, la temperatura es de 950 °C en 30 min
- 100 kg/m<sup>2</sup> de madera, la temperatura es de 1050 °C en 60 min
- 150 kg/m<sup>2</sup> de madera, la temperatura es de 1100 °C en 90 min

### **1.3.7 Efectos en el concreto según el aumento progresivo de la temperatura**

A medida que la temperatura va incrementada de manera progresiva, el concreto va experimentando distintos cambios, desde la evaporación del agua contenida hasta la pérdida total de sus propiedades mecánicas según sea el tiempo de exposición a las temperaturas

“El aumento progresivo de la temperatura del concreto va produciendo en estas modificaciones importantes: entre 10 100 y 200 grados centígrados se evapora el agua químicamente libre contenida en los capilares. De 300 a 400 grados centígrados comienza la separación del agua químicamente unida en la pasta del cemento, teniendo lugar una sensible disminución de las propiedades mecánicas. A los 400 grados comienza a transformarse el hidróxido de calcio procedente de la hidratación de los silicatos en hidróxido de calcio o cal viva y el concreto comienza a perder la mayor parte de sus capacidades mecánicas por lo que ya queda inservible como estructura. Hacia los 600 grados los agregados gruesos se expanden fuertemente ocasionando tensiones internas que provocan la disgregación del concreto” (Scannone, 2008 pág. 20).

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

- ¿Cuál es el grado de deterioro de las propiedades mecánicas en elementos del concreto armado causado por efectos del fuego?

### **1.4.2 Problemas específicos**

- ¿Qué grado de deterioro causa el fuego a la resistencia a compresión del concreto como elemento del concreto armado?
- ¿Qué grado de deterioro causa el fuego a la resistencia a la flexión del concreto como elemento del concreto armado?
- ¿Qué grado de deterioro causa el fuego a la resistencia a la tracción del acero de refuerzo como elemento del concreto armado?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **1.5.1 Económico**

Históricamente, la industria de la construcción ha tenido experiencias amargas causadas por los incendios, debido a que no se hizo un diseño con las características requeridas

El criterio de hacer una investigación sobre el impacto que produce el fuego en el concreto armado, contribuye un tanto en la parte económica ya que este trabajo servirá como base para un diseño de una edificación que tenga entre sus características, la resistencia al fuego, para evitar su deterioro en gran escala y reduciendo así las pérdidas materiales y de vidas humanas en caso de la ocurrencia de un incendio, por ende, tener un menor impacto económico tanto a corto como a largo plazo.

### **1.5.2 Social**

En cualquier parte de mundo la causa de muertes por incendios es un problema diario, sin embargo, en muchos casos las víctimas no mueren por alcanzadas por el fuego o por asfixia, un gran porcentaje de ellas muere aplastadas por las estructuras de la edificación, debido a que estas tienden al colapso, por fallas estructurales en los elementos de concreto, causadas en las altas temperaturas.

Hacer una investigación sobre el grado de deterioro que genera un incendio en una estructura de concreto armado, de alguna manera puede prevenir pérdidas de vidas en caso de que se produzca un incendio, ya que se tendrá más información del comportamiento que las estructuras tienen al ser expuestas al fuego y de cierta manera tómalolo en cuenta cuando se haga un diseño de cualquier inmueble o vivienda

### **1.5.3 Teórico**

Los avances de la ciencia y tecnología hoy en día sobre la durabilidad del concreto armado es un resultado empírico, gracias a los conocimientos que se van obteniendo durante el tiempo, por el ingenio de la humanidad, a pesar de ello aún queda muchas interrogantes que responde sobre este tema, de entender los procesos físicos y químicos, así como para evaluar, modificar y evitar en la medida de lo posible daños causados por los incendios en el concreto en sus distintas presentaciones.

La investigación servirá como base teórica, aporte o referencias a otras futuras investigaciones relacionadas al tema de concreto expuesto a elevadas temperaturas y servirá como referencia a las alternativas de ensayos que se pueden realizar para el concreto armado o simple expuesto a altos niveles de temperatura.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

- El fuego causa un grado de deterioro a las propiedades mecánicas de los elementos del concreto armado

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

- El fuego causa un grado de deterioro a la resistencia a compresión del concreto como elemento del concreto armado
- El fuego causa un grado de deterioro a la resistencia a flexión del concreto como elemento del concreto armado
- El fuego causa un grado de deterioro en la resistencia a tracción del acero como elemento del concreto armado

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

- Determinar el grado de deterioro de las propiedades mecánicas en elementos del concreto armado causado por efectos del fuego

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Determinar grado de deterioro que causa el fuego a la resistencia a compresión del concreto como elemento del concreto armado.
- Determinar el grado de deterioro que causa el fuego a la resistencia a flexión del concreto como elemento del concreto armado.
- Determinar el grado de deterioro que causa el fuego a la resistencia a tracción del acero como elemento del concreto armado

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Diseño de investigación

### 2.1.1 Diseño

Diseño se refiere al plan o estrategia que se plantea para obtener la información requerida, es decir, este es el plan de acción a seguir en el trabajo de campo. (Gómez, Marcelo 2011)

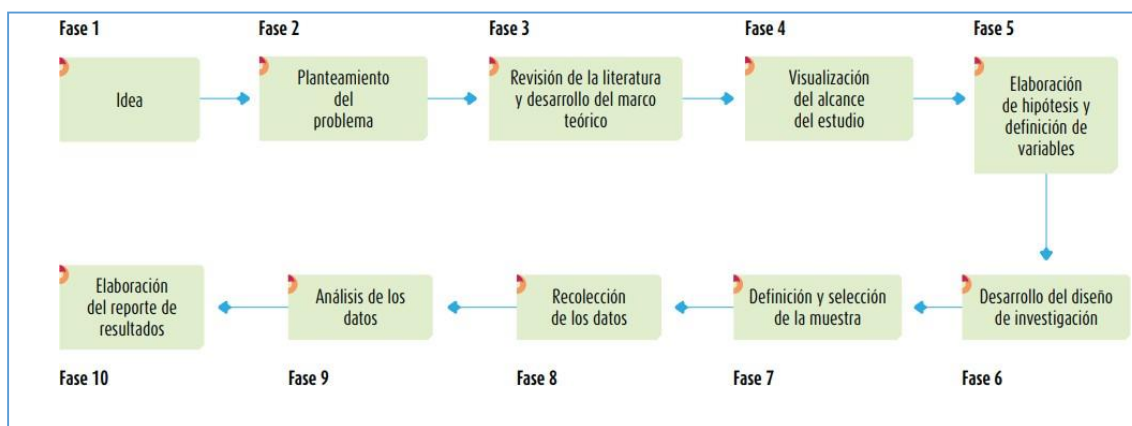
El diseño de la investigación es cuasi experimental Se considera que el diseño es experimental debido que se realizaran ensayos de especímenes en un laboratorio seleccionados de manera no aleatoria

Se dice que una investigación es cuasi experimental cuando los sujetos o grupo de sujetos de estudio no están asignados aleatoriamente. Los diseños cuasi experimentales más utilizados siguen la misma lógica e involucran la comparación de los grupos de tratamiento y de control (Gómez, Marcelo, 2011, pg. 45).

### 2.1.2 Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo ya que se busca Medir fenómenos utilizando una estadística para llegar a una Prueba de hipótesis y teoría.

“Los métodos cuantitativos (que representan lo que llamamos un conjunto de procesos) son secuenciales y probatorios. Cada etapa es anterior a la siguiente, y no podemos "saltarnos" o evitar dar pasos, aunque ciertamente podemos redefinir una etapa, pero el orden es estricto. Se parte de acotar el concepto, una vez definido, traza los objetivos y preguntas de investigación, revisa la literatura y establece un marco teórico o punto de vista. A partir de estas preguntas, establecer hipótesis y determinar variables; hacer un plan de prueba (diseño); las variables se miden en un contexto dado; analizar los resultados de la medición obtenidos mediante métodos estadísticos y sacar una serie de conclusiones de los estudios y pruebas realizadas” (Fernández, 2014. Pg.5)



**Figura 3.** Fases de un estudio con un enfoque cuantitativo.

Fuente: Fernández, 2014

### **2.1.3 Tipo de Investigación**

El presente Proyecto de Investigación es un tipo de investigación Aplicada, ya que se hizo uso de los conocimientos teóricos de las variables para encontrados en revistas, libros y artículos de investigación para así poder dar una posible solución a la realidad problemática.

La investigación aplicada Tiene por objetivo desarrollar una nueva tecnología a partir de los conocimientos adquiridos, a través de la investigación estratégica para poder determinar si estos pueden ser útilmente aplicados con o sin mayor refinamiento para los propósitos que se deseen. La información obtenida en estos tipos de investigación se debería aplicar en cualquier lugar deseado. (Tineo, 2010, pg. 37)

### **2.1.4 Nivel de la investigación**

El nivel de investigación de la siguiente investigación es Explicativo ya que corresponde a los estudios de causa y efecto.

(Tineo, 2010, pg. 38) Sostiene: Los estudios explicativos están orientados a la comprobación de la hipótesis esto es identificación y análisis de las causales (variable independiente), y sus resultados se expresan en hechos verificables (variables dependientes)

(Bavaresco.2006, p.27) indica que este tipo de investigación pretende la búsqueda, el descubrimiento, los motivos o las razones de los problemas planteados en cada estudio que se va a realizar en todos los campos de la investigación.

## **2.2 Variables, Operacionalización**

### **2.2.1 Variables**

V1. Fuego en componentes del concreto armado

V2. Grado de deterioro

### **2.2.2 Operacionalización de Variables**

VARIABLES INDEP.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
<b>fuego en componentes del concreto armado</b>	Son aquellos daños o cambios que se consigue como consecuencia de un incendio, o la exposición de un material ante el fuego	El efecto del fuego se medirá en grados centígrados el cual será simulado en un horno de fuego controlado para así saber con exactitud la temperatura a la que está sometida la probeta de concreto	Magnitud de calor en 1 hora	150°C	horno estufa ensayo de exposición a temperatura	
				350°C	horno estufa ensayo de exposición a temperatura	
			Magnitud de calor en 2 horas	350°C	horno estufa marca ensayo de exposición a temperatura	
				150°C	horno estufa marca ensayo de exposición a temperatura	
VARIABLE DEP.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES		
<b>Grado de deterioro</b>	El grado de deterioro es el daño que sufre el concreto, cualquier otro tipo de material al ser afectado por fenómenos naturales o provocados	<p>El grado de deterioro se medirá mediante ensayos de laboratorio de los materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo a flexión del concreto para determinar la pérdida de esta propiedad después de ser sometida a temperaturas</li> <li>• Ensayo a compresión para determinar el grado de deterioro del <math>f_c</math> del concreto</li> <li>• Ensayo a tracción para determinar el grado de deterioro del acero medición volumen para determinar la variación de volumen del concreto expuesta a altas temperaturas</li> </ul>	propiedades mecánicas de del concreto armado	Efecto de fuego en la resistencia a compresión	máquina de ensayo uniaxial ensayo de compresión	
				Efecto de fuego en la resistencia a flexión	Prensa ele Ensayo a flexión	
				carga máxima de compresión	máquina de ensayo uniaxial ensayo de compresión	
			Propiedades del concreto en estado fresco	Trabajabilidad	cono de abrams ensayo de trabajabilidad	
				Propiedades mecánicas del acero de refuerzo	Efecto de fuego en la resistencia a tracción	máquina de ensayo uniaxial ensayo de tracción
					carga límite de fluencia	máquina de ensayo uniaxial ensayo de fluencia
					límite de fluencia	máquina de ensayo uniaxial ensayo de fluencia

Tabla 5. Operacionalización de variables



## 2.3 Población y muestreo

### 2.3.1 Población

La población de la siguiente investigación es el Conjunto de edificaciones construidas de concreto armado, que hayan sido expuestas a incendios.

La población Es un grupo de individuos con las características a estudiar definidas en el objetivo de la investigación, y los resultados obtenidos deben ser resumidos, y generalmente no se puede acceder a ellos debido a la cantidad de individuos (Icart 2006)

### 2.3.2 Muestra

Una muestra es un grupo de individuos que realmente se van a investigar, es un subconjunto de toda la población, debe poder alcanzar los objetivos de la investigación y debe resumir los resultados obtenidos para así simplificar el trabajo para dicha investigación. (Icart 2006, pg.101)

Para los ensayos de laboratorio se tomaron como muestra 27 probetas cilíndricas con dimensiones de 15x30cm, 15 especímenes en vigas rectangulares de dimensiones 15x16x50cm, todos los especímenes diseñados con una resistencia concreto  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>. Además, para el ensayo a tracción del acero de refuerzo se utilizaron 15 varillas de 50 cm de longitud de la marca “Aceros Arequipa” de grado 60, con diámetro de ½”.

**Tabla 6.** Probetas cilíndricas de 15x 30 cm para ensayo compresión

Temperatura de exposición (°C)	Tiempo de exposición (h)	Tipo de enfriamiento	Cantidad de especímenes
			3
150	1	brusco	3
150	1	normal	3
150	2	brusco	3
150	2	brusco	3
350	1	normal	3
350	1	brusco	3
350	2	normal	3
350	2	brusco	3
Fuente: elaboración propia			Total 27

**Tabla 7.** Probetas rectangulares para ensayo flexión

Temperatura de exposición (°C)	Tiempo de exposición (h)	Tipo de enfriamiento	Cantidad de especímenes
			3
150	1	normal	3
150	2	normal	3
350	1	normal	3
350	2	normal	3
Fuente: elaboración propia			Total 15

**Tabla 8.** Probetas de acero de refuerzo de ½” para ensayo a tracción

Temperatura de exposición (°C)	Tiempo de exposición (h)	Tipo de enfriamiento	Cantidad de especímenes
			3
150	1	normal	3
150	2	normal	3
350	1	normal	3
350	2	normal	3
Fuente: elaboración propia			Total 15

El tipo de muestreo que se empleó fue un tipo de muestra no probabilística o dirigida.

“Una muestra no probabilística no se lleva a cabo bajo ninguna norma probabilísticas para la selección de dicha muestra. En el proceso de investigación se involucrarán las opiniones y pautas personales de los investigadores, o no existe una norma claramente definida o verificada. Por tanto, se utiliza empíricamente”. (Icart 2006, pg. 105)

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas**

Las técnicas de recolección de datos que se usan para este proyecto de investigación son las siguientes:

#### **2.4.1.1 Observación experimental**

La observación experimental se diferencia de la observación no experimental porque genera datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, especialmente porque este último puede manipular variables. Esta es una eficaz y poderosa técnica de investigación científica. Puede utilizar una hoja de registro de datos

o una tarjeta como instrumento de la hoja o ficha de registro de datos. (Tamayo 2010, pg.89)

Para la observación experimental del concreto se fabricaran probetas de concreto con  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  de las cuales se dividirán en grupos de dos y sacar un promedio de ambos valores obtenidos, por otro lado se realizara el ensayo de tracción del acero y flexión del concreto fabricaran probetas de viga.

#### **2.4.1.2 Análisis de documentos**

Se recopila datos de fuentes auxiliares mediante el análisis de la literatura. Los libros, boletines, revistas, folletos y periódicos se utilizan como fuentes para recopilar datos sobre variables de interés. El instrumento comúnmente utilizado es una tabla de registro de datos o tabla de datos. (Tamayo 2010).

#### **2.4.2 Confiabilidad**

La confiabilidad está dada por la calibración y normalización de los equipos e instrumentos utilizados para llevar a cabo los ensayos tanto en campo como en laboratorio.

##### **2.4.2.1 Validez**

En los campos de la metrología, la psicometría y la estadística, la efectividad es un concepto que se refiere a la capacidad de las herramientas de medición para cuantificar de manera significativa y adecuada las características que están diseñadas para medir los indicadores en los estudios realizados, Estará dada por el juicio de expertos y normalización de los instrumentos empleados la respectiva recolección de datos tanto en campo como en laboratorio.

Las fichas de recolección de datos eta validada por tres ingenieros expertos

- ✓ Ficha de recolección de datos de laboratorio en el ensayo a compresión de probetas cilíndricas de concreto sometido a altas temperaturas y temperatura normal en distintos periodos de tiempo.
  
- ✓ Ficha de recolección de datos de laboratorio en el ensayo a flexión de probetas de vigas de concreto armado expuesta a distintas temperaturas

- ✓ Ficha de recolección de datos de laboratorio en el ensayo a tracción de acero de refuerzo en concreto armado expuesto a distintas temperaturas
- ✓ Cada resultado de ensayo está firmado por el ingeniero especialista y el técnico que siguió el procedimiento, quienes verifican la conformidad de los resultados obtenidos.

### **2.4.3 Instrumentos**

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos de los experimentos que se llevaran a cabo mediante los estudios.

- Ficha de recolección de datos de laboratorio en el ensayo a compresión de probetas cilíndricas de concreto sometido a altas temperaturas y temperatura normal
- Ficha de recolección de datos de laboratorio en el ensayo a flexión de probetas de vigas de concreto armado expuesta a distintas temperaturas
- Ficha de recolección de datos de laboratorio en el ensayo a tracción de acero de refuerzo en concreto armado expuesto a distintas temperaturas

### **2.5 Métodos de análisis de datos**

El análisis de datos se realizó mediante la Estadística descriptiva porque se hizo una operación de promedio de los especímenes por cada tipo de ensayo efectuado en laboratorio, para así encontrar el resultado final.

Ensayos de laboratorio:

- Caracterización de agregados
- Diseño de mezcla
- Exposición de los especímenes a las temperaturas establecidas
- Ensayo a compresión de concreto
- Ensayo a flexión de concreto
- Ensayo a tracción de acero de refuerzo de ½"
- Procesamiento de resultados

Para finalizar se redactaron las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los datos obtenidos en los resultados de cada ensayo de laboratorio.

## **2.6 Aspectos éticos**

Durante el desarrollo de este proyecto de investigación se tomará en cuenta el derecho de autor, además cada texto extraído referenciado de la manera indicada. Por otro lado, se tendrá presente en brindar la confiabilidad a los resultados obtenidos

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Desarrollo del caso

El presente trabajo no tiene una ubicación definida, consiste en evaluar el comportamiento de elementos de concreto armado, usando un concreto con  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  a altas temperaturas, se realiza debido a que se desea observar el comportamiento del concreto y su en su refuerzo, visualizar y analizar como varia su resistencia cuando estos son sometidos a relativamente altas temperaturas de calor controladas, para lo cual se utilizara probetas de forma cilíndricas (30x15cm), vigas (15x16x50cm) de concreto y aceros de refuerzo corrugado grado 60 con un diámetro de  $\frac{1}{2}$ ".

Para la realización del proyecto se procedió con la caracterización de los agregados tanto fino como grueso, posterior mente se hizo el diseño de mezcla requerido al estudio , para luego proceder con la fabricación de las probetas cilíndricas, con las características requeridas para esta investigación.

#### 3.1.1 Caracterización agregados

Los agregados empleados en este trabajo de investigación en promedio constituyen en 74% del volumen total del diseño de mezcla, es por ello que las propiedades tanto físicas como químicas dependen de las características de estos.

La importancia de comprender las propiedades físicas de los áridos es principalmente para evaluar el comportamiento del hormigón elaborado con estos áridos y mantener un buen control de calidad en el lugar de extracción, es decir en las canteras y en el laboratorio que se lleve a cabo el análisis de estos con los métodos utilizados para determinar las propiedades tanto físicas como químicas de los agregados que componen el concreto y que está estipulado de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas vigentes y las Normas ASTM.

A continuación, en la síguete tabal se presenta un cuadro de resumen del ensayo realizado a los agregados

**Tabla 9.** resumen de resumen del ensayo realizado a los agregados

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MÓDULO DE FINEZA %	HUMEDAD NATURAL %	ABSORCIÓN %	P.U.S Kg/m3	P.U.C Kg/m3
Cemento Apu tipo I	3.11					
Agregado fino	2.53	3.40	3.6	2.4	1321.0	1630.0
Agregado grueso	2.67	6.81	1.1	0.6	1532.0	1686.0

Fuente: elaboración propia

### 3.1.2 Diseño del concreto patrón.

Finalmente se procedió a realizar el respectivo cálculo para el diseño del concreto patrón, con los parámetros determinados anteriormente para las tres relaciones a/c estudiados y un  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

Para el respectivo diseño del concreto patrón se siguió la metodología del Método de Diseño del Comité 211 del ACI **Diseño de mezcla  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

Método de Diseño del Comité 211 del ACI

#### Especificaciones:

La resistencia de Diseño al periodo de 28 días es de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , se desconoce el Valor de la desviación estándar.

Selección de la Resistencia Requerida ( $f'_{cr}$ ):

Debido a que no se sabe el valor de la desviación estándar, se tiene que:

$$f'_{cr} = f'_c + 84 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces:

$$f'_{cr} = 280 + 84$$

$$f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$$

Selección del Tamaño Máximo Nominal:

**El tamaño máximo nominal es de = 1".**

Selección del Asentamiento:

Por las condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un Asentamiento de 3" a 4".

Volumen unitario de agua:

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire

Incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de 1", el

Volumen unitario de agua es de:  $240 \text{ lt/m}^3$



Contenido de Aire:

Se considera el 1.5 % de aire atrapado por las características de los

Relación Agua - Cemento:

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$  sin aire incorporado, la  
 $a/c = 0.56$  por Resistencia

Factor Cemento:

$425 \text{ kg/m}^3 = 10 \text{ bls/m}^3$

Contenido de Agregado Grueso:

Para un módulo de fineza de 3.40 y un tamaño máximo nominal de 1" le

Requiere un volumen unitario de 0.65 m<sup>3</sup> de agregado grueso varillado

Por unidad de volumen de concreto.

Peso del agregado grueso:  $= 0.65 \times 1686 \text{ kg}$

Peso del agregado grueso:  $= 1095.9 \text{ kg}$

Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Cemento  $\frac{425}{3110} = 0.137 \text{ m}^3$

Agua  $240.00 = 0.24 \text{ m}^3$

Aire Atrapado 1.50 %  $= 0.015 \text{ m}^3$

Agregado Grueso  $1095.9 = 0.410 \text{ m}^3$

TOTAL  $= 0.802 \text{ m}^3$

Contenido de Agregado Fino:

$1.00 - 0.802 = 0.198$

Volumen absoluto de agregado fino:  $0.198 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino seco:  $501.9 \text{ kg/m}^3$

Valores de Diseño:

- Cemento  $245 \text{ kg/m}^3$
- Agua de Diseño  $240 \text{ Lt/m}^3$
- Agregado fino Seco  $501.9 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso Seco  $1095.9 \text{ kg/m}^3$

### Corrección por Humedad de los Agregados

- Agregado Fino:  $501.9 \text{ kg/m}^3 \times 1.036 = 519.97 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso:  $1095.9 \text{ kg/m}^3 \times 1.001 = 1096.10 \text{ kg/m}^3$
- Aportes de Humedad de los Agregados:
- Agregado Fino =  $-1.20 \text{ lt/m}^3$
- Agregado Grueso: =  $-0.5 \text{ lt/m}^3$

$$\text{TOTAL} = -1.70 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua Efectiva } 240 \text{ Lt/m}^3 - (-1.70) \text{ Lt/m}^3 = 238.3 \text{ lt/m}^3$$

Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

- Cemento  $425 \text{ kg/m}^3$
- Agua Efectiva  $238.3 \text{ lt/m}^3$
- Agregado Fino Húmedo  $519.97 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso Húmedo  $1096.10 \text{ kg/m}^3$

Proporción en Peso Húmedo

$$\text{Cemento} = \frac{425}{421} = 1$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{519.97}{425.00} = 1.22$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{1096.10}{425.00} = 2.58$$

$$\text{Agua efectiva} = \frac{238.30}{425.00} = 0.56$$

Pesos por Tanda de un Saco:

- Cemento  $1 \times 42.50 = 42.5$  kg/saco
- Agua Efectiva  $0.56 \times 42.50 = 23.8$  Lt/saco
- Agregado Fino Húmedo  $1.22 \times 42.50 = 51.85$  kg/saco
- Agregado Grueso Húmedo  $2.58 \times 42.50 = 109.65$  kg/sac

### 3.1.3 Ensayos de laboratorio de las propiedades del concreto en estado fresco.

#### 3.1.3.1 Trabajabilidad y Consistencia

La consistencia del concreto está asociada con trabajabilidad, a pesar de ello no es sinónimo. Convencionalmente la consistencia de la mezcla se debe medir por el grado de asentamiento. Correspondiendo los mayores asentamientos a las mezclas menos trabajables, y los mayores asentamientos a las mezclas con mayor trabajabilidad, ya que se puede decir que no existe una prueba que nos permita cuantificar dicha propiedad, normalmente se llevan a cabo los ensayos de consistencia los cuales se ven en la siguiente tabla.

Tabla 10. Ensayos de consistencia

<b>f'c</b>	<b>Slump</b>	<b>Trabajabilidad</b>
280	3.5''	trabajable

Fuente: elaboración propia

### 3.1.4 Proceso de exposición a temperaturas de elementos de concreto armado

#### 3.1.4.1 Exposición de probetas cilíndricas

**Grupo 1:** se tomó como una referencia de la resistencia del diseño inicial, a estas dos probetas de 15cm de diámetro x 30 cm. De altura se les hizo un ensayo a compresión en la prensa para luego sacar un promedio del f'c de ambos para, para así tener la resistencia referente del concreto patrón.

**Grupo 2:** las probetas fueron sometidas a una temperatura de 350 °C en un horno de temperatura controlada, de la siguiente manera: 3 probetas durante 1h y dos probetas durante 2h, para luego ser retiradas y realizar un enfriamiento de probetas de manera natural. Para luego ser sometidas a un ensayo de resistencia a la compresión y verificar los resultados obtenidos de ambas probetas, sacar un promedio del f'c de ambas probetas

para así determinar el  $f'c$  final con un semi suma de ambos resultados, y finalmente determinar el grado de deterioro del concreto en todas la condiciones y circunstancias de estudio.

**Grupo 3:** las probetas fueron sometidas a una temperatura de 350 °C en un horno de temperatura controlada, de la siguiente manera: 3 probetas durante 1h y dos probetas durante 2h, luego fueron extraídas del horno para realizar un tipo de enfriamiento brusco , roseando agua con temperatura de ambiente a las probetas hasta lograr su enfriamiento , para luego ser sometidas a un ensayo de resistencia a la compresión y verificar los resultados obtenidos de ambas probetas , sacar un promedio del  $f'c$  de ambas probetas, para así determinar el  $f'c$  final con un sami suma de ambos resultados , y finalmente determinar el grado de deterioro del concreto.

**Grupo 4:** las probetas fueron sometidas a una temperatura de 150 °C en un horno de temperatura controlada, de la siguiente manera: 3 probetas durante 1h y dos probetas durante 2h, para luego ser retiradas y realizar un enfriamiento de probetas de manera natural. Para luego ser sometidas a un ensayo de resistencia a la compresión y verificar los resultados obtenidos de ambas probetas, sacar un promedio del  $f'c$  de ambas probetas, para así determinar el  $f'c$  final con un sami suma de ambos resultados, y finalmente determinar el grado de deterioro del concreto.

**Grupo 5:** las probetas fueron sometidas a una temperatura de 150 °C en un horno de temperatura controlada, de la siguiente manera: 3 probetas durante 1h y dos probetas durante 2h, luego fueron extraídas del horno para realizar un tipo de enfriamiento brusco , roseando agua con temperatura de ambiente a las probetas hasta lograr su enfriamiento , para luego ser sometidas a un ensayo de resistencia a la compresión y verificar los resultados obtenidos de ambas probetas , sacar un promedio del  $f'c$  de ambas probetas, para así determinar el  $f'c$  final con un sami suma de ambos resultados , y finalmente determinar el grado de deterioro del concreto.

**Tabla 11.** Resumen de proceso de exposición de probetas cilíndricas de concreto

	temperatura °C	tiempo de Exposición ( h)	Cantidad de probetas	tipo de enfriado
<b>Grupo 1</b>	-----	-----	03	-----
<b>Grupo 2</b>	350	2	03	Normal
			03	Brusco
<b>Grupo 3</b>	350	1	03	Normal
			03	Brusco
<b>Grupo 4</b>	150	2	03	Normal
			03	Brusco
<b>Grupo 5</b>	150	1	03	Normal
			03	Brusco

Fuente: elaboración propia



**Figura 4.** Curado de probetas



**figura 5.** Enfriamiento de probetas

### 3.1.4.2 Exposición de probetas de vigas de concreto

las probetas fueron sometidas a una temperatura de 350 °C y 150 °C en un horno de temperatura controlada, de la siguiente manera: 2 probetas durante 1h y 2h, para cada temperatura mencionada, luego fueron extraídas del horno para realizar un tipo de enfriamiento normal, luego ser sometidas a un ensayo de resistencia a la compresión y verificar los resultados obtenidos de ambas probetas, sacar un promedio del  $f_r$  de ambas probetas, para así determinar el  $f_r$  final con un  $f_r$  suma de ambos resultados, y finalmente determinar el grado de deterioro del concreto



**Figura 6** curado de vigas



**figura 7.** Exposición a temperatura de vigas



**figura 8.** Ensayo a tracción de vigas

**Tabla 12.** Resumen de proceso de exposición vigas de concreto

	temperatura °C	tiempo de Exposición ( h )	Cantidad de probetas	tipo de enfriado
<b>Grupo 1</b>	-----		03	-----
<b>Grupo 2</b>	350	2	03	Normal
<b>Grupo 3</b>	350	1	03	Normal
<b>Grupo 4</b>	150	2	03	Normal
<b>Grupo 5</b>	150	1	03	Normal

Fuente: elaboración propia

### 3.1.4.3 Exposición de acero de refuerzo

Las probetas serán sometidas a una temperatura de 350 °C en un horno de temperatura Controlada, de la siguiente manera: 2 grupos de probetas durante 1 y 2h, luego fueron extraídas del horno para realizar un tipo de enfriamiento normal, luego ser sometidas a un ensayo de resistencia a la compresión y verificar los resultados obtenidos de las probetas , sacar un promedio del de ambas probetas, para así determinar el esfuerzo a tracción final con un promedio de resultados , y finalmente determinar el grado de deterioro del acero de refuerzo



**Figura 9.** Acero de refuerzo



**Figura 10.** Armado de viga



**figura 11.** Viga en el horno

### **3.2 Resultados obtenidos**

#### **3.2.1 Resultados de ensayos a Compresión ( $f'c$ )**

Los valores que se obtuvieron de la relación de la resistencia a compresión para las diferentes relaciones agua cemento, se pueden apreciar en la siguiente tabla

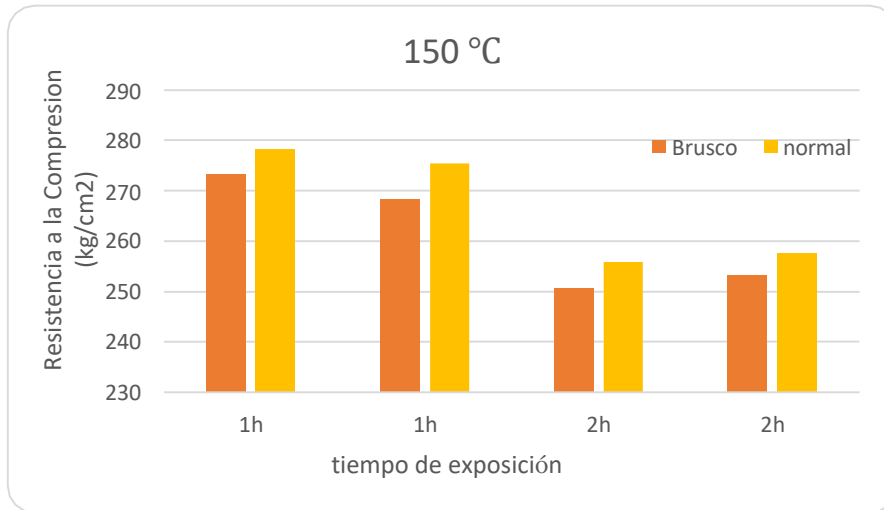
**Tabla 13.** Resultados de los ensayos de compresión.

CÓDIGO	TEMPERATURA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CARGA APLICADA (Kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
CPO - P1			48.564	285
CPO - P2			49.474	290
CPO - P3			48.476	282
CPO - P4	150	1	49.170	275
CPO - P5	150	1	48.289	278
CPO - P6	150	1	49.514	276
CPO - P7	150	1	48.649	273
CPO - P8	150	1	47.748	269
CPO - P9	150	1	46.764	270
CPO - P10	150	2	45.747	255
CPO - P11	150	2	44.866	258
CPO - P12	150	2	44.975	257
CPO - P13	150	2	44.175	250
CPO - P14	150	2	43.823	252
CPO - P15	150	2	43.086	253
CPO - P16	350	1	41.577	243
CPO - P17	350	1	40.444	235
CPO - P18	350	1	40.579	238
CPO - P19	350	1	40.121	229
CPO - P20	350	1	37.734	219
CPO - P21	350	1	39.015	225
CPO - P22	350	2	36.199	209
CPO - P23	350	2	36.850	216
CPO - P24	350	2	36.603	210
CPO - P25	350	2	34.359	195
CPO - P26	350	2	32.580	188
CPO - P27	350	2	32.792	189

Fuente: elaboración propia

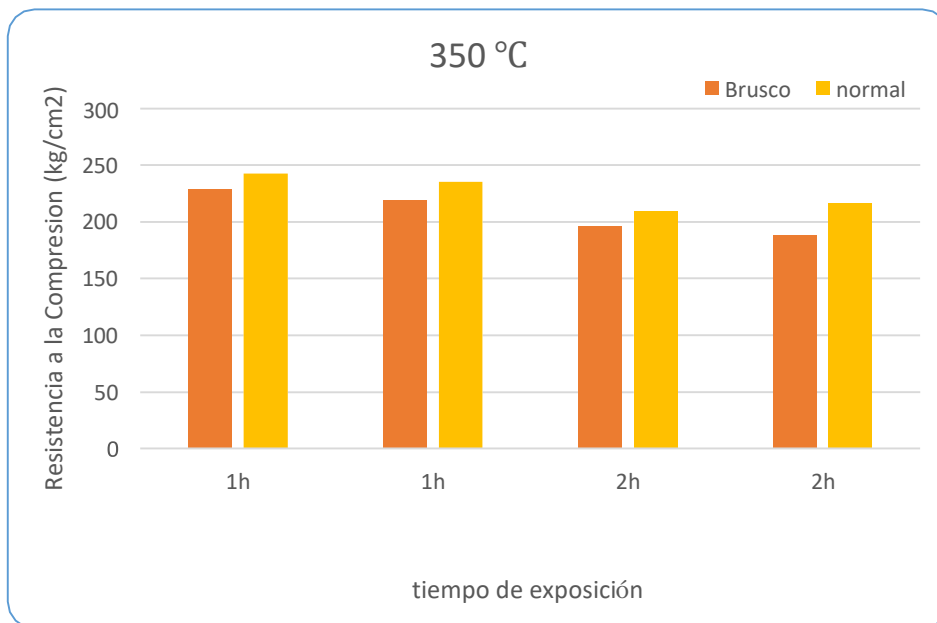
En la tabla se puede observar los resultados obtenidos durante los ensayos de compresión a dos temperaturas indicadas y con tiempos de 1 y 2 h. en el cual se puede apreciar que mientras va incrementado la temperatura y el tiempo de exposición, la resistencia del concreto disminuye considerablemente.





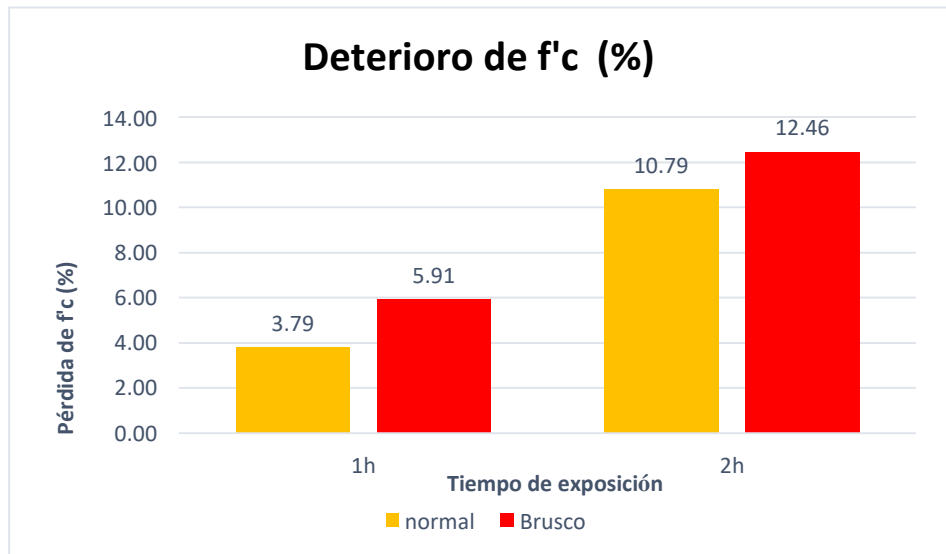
**Figura 12** Resistencia a la compresión de probetas a después de ser sometidas a 150 °C con enfriamiento brusco y normal.

Se puede observar en la siguiente grafica de como disminuye la resistencia a compresión del concreto según el tiempo de exposición y de la temperatura empleada, además cuando se hace un tipo de enfriamiento brusco (con agua), se observa aún más la pérdida de su capacidad.



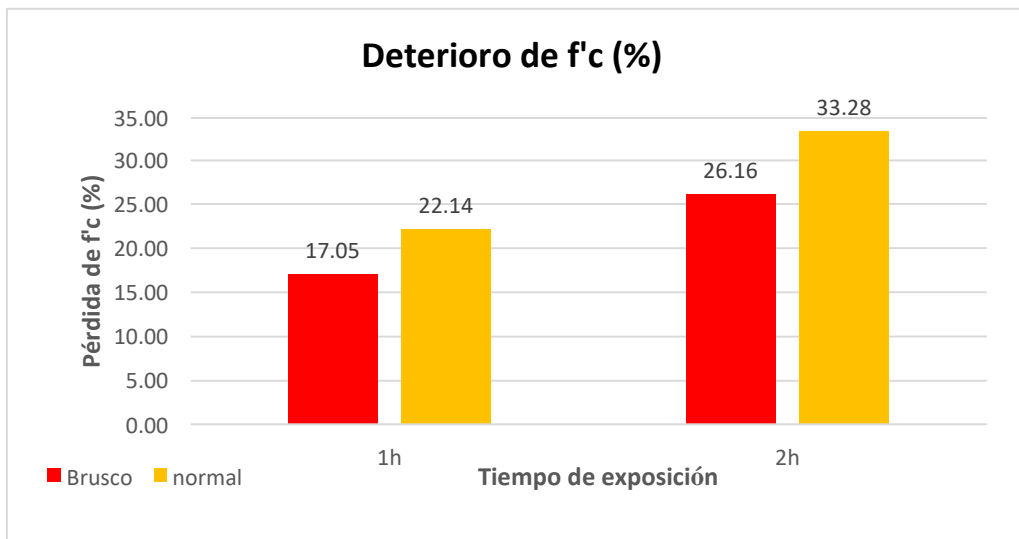
**Figura 13** Resistencia a la compresión de probetas a después de ser sometidas a 350 °C, con enfriamiento brusco y normal

Se puede observar en la siguiente grafica de que la disminución es mayor comparando con figura 3.1 según el tiempo de exposición, además, cuando se hace un tipo de enfriamiento brusco (con agua), se observa aún más la pérdida de su capacidad.



**Figura 14.** Porcentaje de deterioro de resistencia a compresión de las probetas después de ser sometidas a 150 °C

Se puede apreciar en la siguiente grafica el porcentaje de disminución de resistencia a compresión del concreto según el tiempo de exposición y a una temperatura de 150 °C , además cuando se hace un tipo de enfriamiento brusco (con agua ) , se observa aún más la pérdida de su capacidad.



**Figura 15.** Porcentaje de deterioro de resistencia a compresión de las probetas después de ser sometidas a 350 °C

Se puede percibir en la gráfica que el porcentaje de disminución de resistencia a compresión del concreto según el tiempo de exposición y a una

temperatura de 350 °C , además cuando se hace un tipo de enfriamiento brusco (con agua ) , se observa aún más la pérdida de su capacidad.

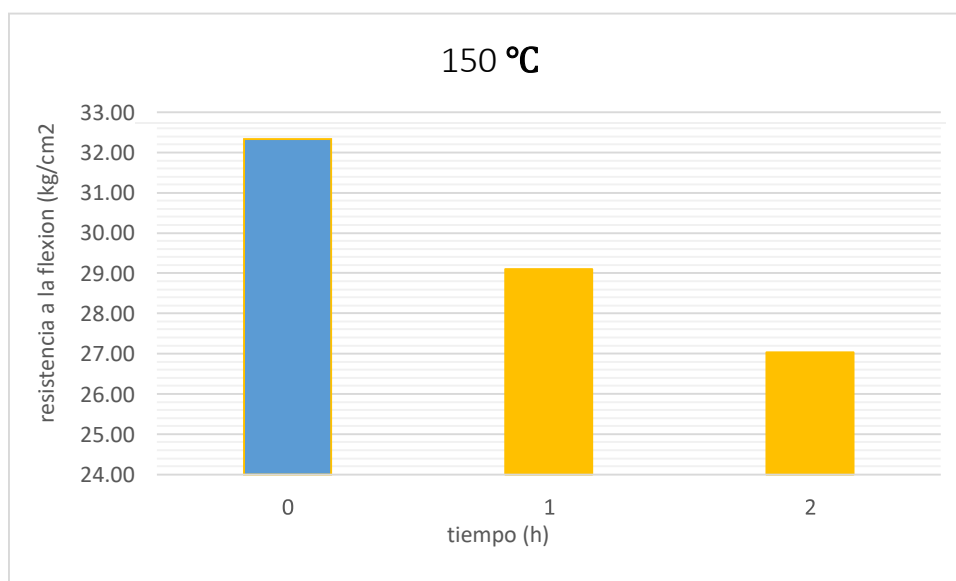
### 3.2.2 Resultados de ensayos a flexión

Los valores obtenidos de la relación de la resistencia a flexión para las distintas relaciones se muestran en la siguiente tabla de datos.

**Tabla 14.** Resultados de los ensayos a flexión

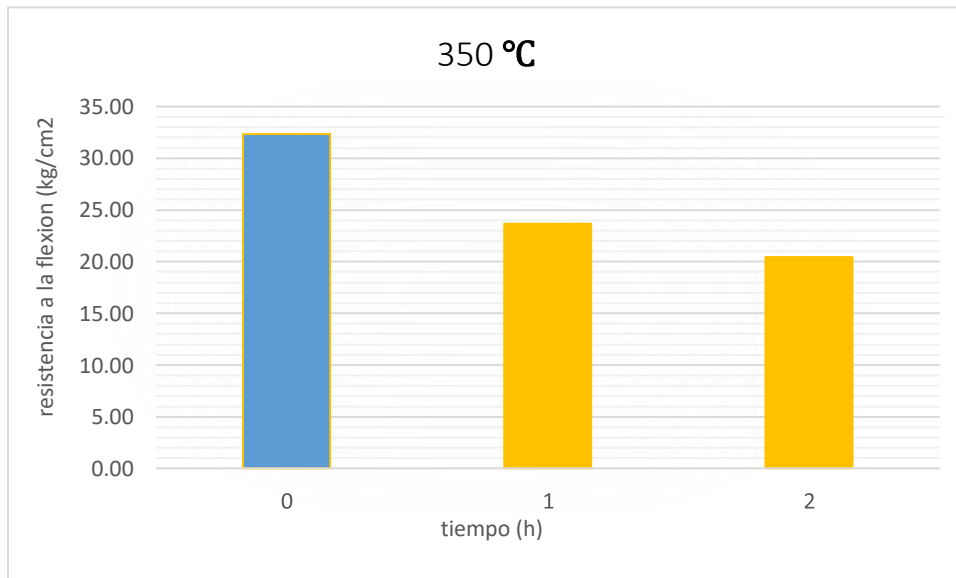
Código	Temperatura °C	Tiempo H	Módulo De Rotura (Kg/Cm2)	Promedio (Kg/Cm2)
CPO - V1			32	
CPO - V2			32	
CPO - V3			33	32
CPO - V4	150	1	29	
CPO - V5	150	1	30	
CPO - V6	150	1	28	30
CPO - V7	150	2	26	
CPO - V8	150	2	27	
CPO - V9	150	2	28	27
CPO - V10	350	1	24	
CPO - V11	350	1	24	
CPO - V12	350	1	23	24
CPO - V13	350	2	20	
CPO - V14	350	2	20	
CPO - V15	350	2	22	20

Fuente: elaboración propia



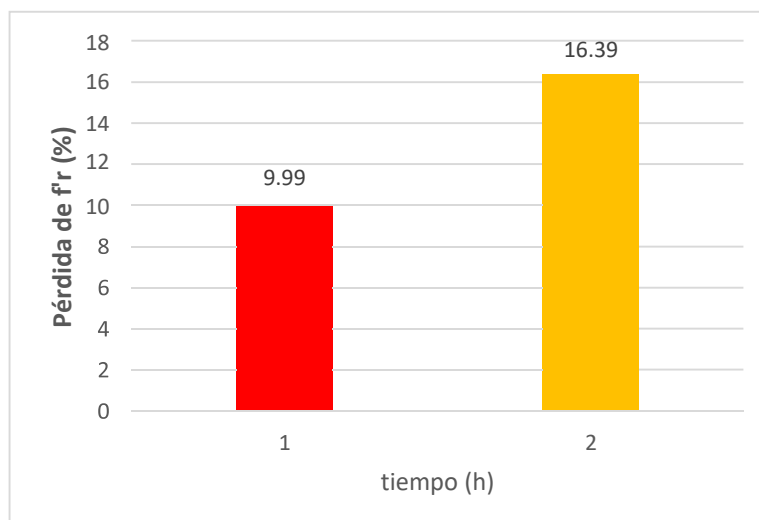
**Figura 16** Resistencia a la flexión de probetas a después de ser sometidas a 150 °C

Se puede verificar en la siguiente grafica de como defiende en cuanto a la resistencia a flexión del concreto, en comparación de la resistencia del concreto patrón según el tiempo de exposición y de la temperatura empleada.



**Figura 17** Resistencia a la flexión de probetas a después de ser sometidas a 350 °C.

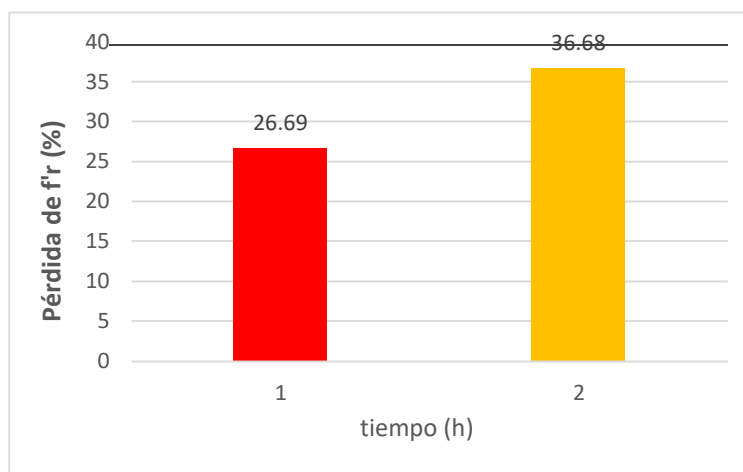
Se puede verificar en la siguiente grafica de qué manera disminuye la aún más la resistencia a flexión comparando con la figura 5



**Figura 18.** Porcentaje de deterioro de resistencia a la flexión de las probetas de concreto después de ser sometidas a 150 °C, por el tiempo indicado en la grafica

Se puede verificar en la siguiente grafica cual es el porcentaje de disminución a la resistencia de flexión del concreto con respecto al diseño del concreto patrón según el

tiempo de exposición y a una temperatura controlada de 150 °C.



**Figura 19.** Porcentajes de deterioro de resistencia a compresión de las probetas después de ser sometidas a 350 °C, por un periodo de tiempo indicado en la grafica

Se puede verificar en la siguiente grafica que el porcentaje de disminución en cuanto a la resistencia a compresión de este material, según el tiempo de exposición y a una temperatura de 350 °C.

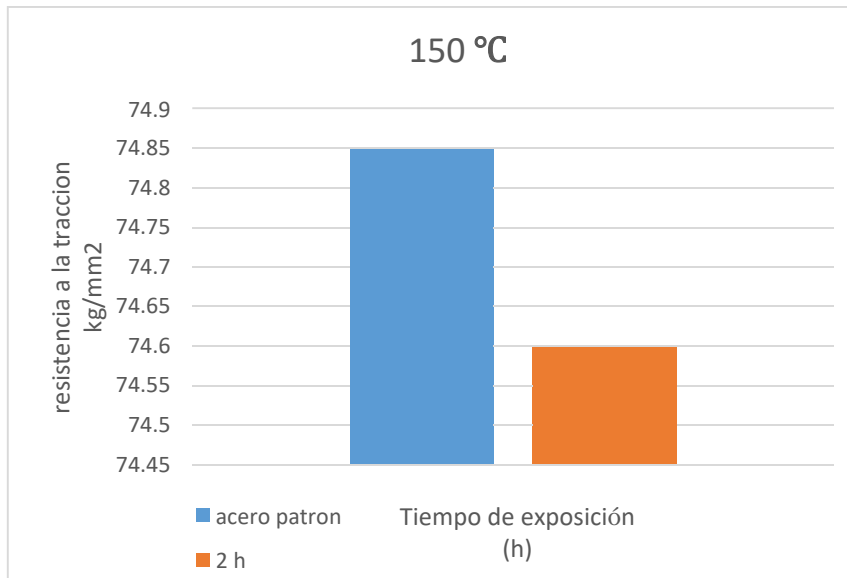
### 3.2.3 Resultados de ensayos a tracción del acero de refuerzo ( $f_y$ )

Los valores obtenidos de la resistencia a flexión para las diferentes relaciones se muestran en la siguiente tabla de datos.

**Tabla 15.** Resultados de los ensayos a tracción del acero de refuerzo.

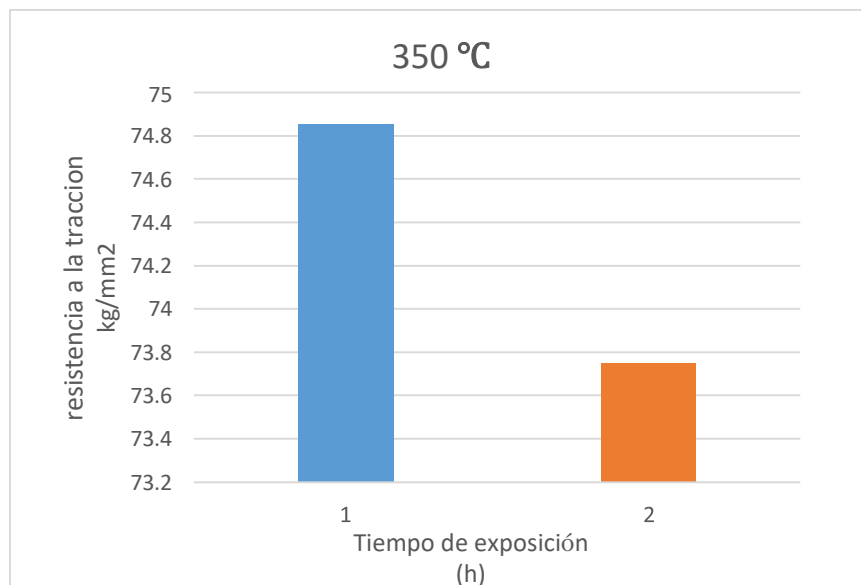
CÓDIGO	TEMPERATURA °C	TIEMPO h	resistencia a tracción kg/mm <sup>2</sup>	Promedio resistencia a tracción kg/mm <sup>2</sup>
ARP-1	0	0	75.0	
ARP-2	0	0	74.7	
ARP-3	0	0	74.9	<b>74.85</b>
ARP-4	150	2	74.4	
ARP-5	150	2	74.5	
ARP-6	150	2	74.3	<b>74.4</b>
ARP-7	350	2	73.6	
ARP-8	350	2	73.9	
ARP-9	350	2	73.8	<b>73.75</b>

Fuente: elaboración propia



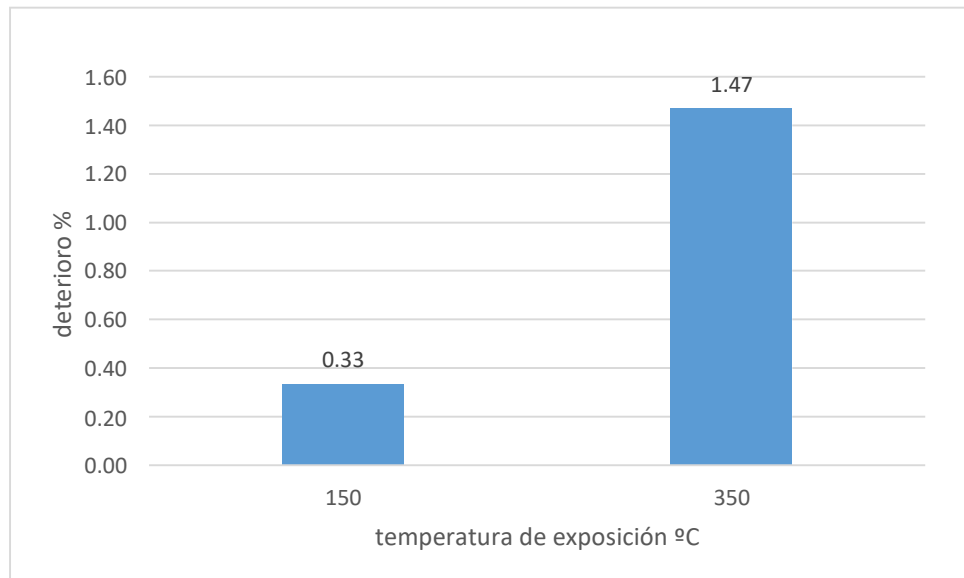
**Figura 20** Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo después de ser sometidas a 150 °C

Se observa la pérdida de resistencia a tracción del acero de refuerzo de ½” con respecto al acero patrón luego de ser sometido a 150 C° por un periodo de 2 horas.



**Figura 21.** Resistencia a la tracción del acero de refuerzo después de ser sometidas a 350 °C

Se observa la pérdida de resistencia de a tracción del acero de refuerzo de ½” con respecto al acero patrón luego de ser sometido a 350 C° por un periodo de 2 horas.



**Figura 22.** Porcentaje de deterioro de resistencia a tracción del acero después de ser sometidas a 150 y 350 °C, por un periodo de tiempo indicado en las figuras 8 y 9 respectivamente

Haciendo una comparación de los resultados obtenidos con las dos temperaturas se puede observar la gran diferencia de pérdidas de resistencia en 150 y 350 C°

### 3.3 Contrastación de hipótesis:

#### 3.3.1 Hipótesis general:

- H1:** El fuego causa un grado de deterioro a las propiedades mecánicas del concreto armado.
- Ho:** El fuego no causa un grado de deterioro a las propiedades mecánicas del concreto armado.

De la hipótesis general planteada de acuerdo a los resultados obtenidos en las figuras 11, 8, 7, 4, 3 en las cuales se acepta la hipótesis nula, ya se puede apreciar que existe relación entre los efectos del fuego y grado de deterioro de elementos de concreto armado.

### **3.3.2 Hipótesis específicas:**

#### **3.3.2.1 Grado de deterioro de la resistencia a la compresión del concreto**

**H1:** el fuego causa un grado de deterioro a la resistencia a compresión del concreto como elemento del concreto armado

**Ho:** El fuego no grado de deterioro a la resistencia a compresión del concreto como elemento del concreto armado.

De la Hipótesis planteada de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos se acepta la Hipótesis nula, dado que se puede apreciar que los efectos del fuego causan deterioro de resistencia a la compresión del concreto como elemento del concreto armado.

#### **3.3.2.2 Grado de deterioro de la resistencia a la flexión del concreto**

**H1:** El fuego causa un grado de deterioro a resistencia a flexión del concreto, como elemento del concreto armado

**Ho:** El fuego no causa un grado de deterioro a resistencia a flexión del concreto, como elemento del concreto armado

De la hipótesis planteada de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos se acepta la hipótesis nula, dado que se puede apreciar que los efectos del fuego causan deterioro de resistencia a la flexión del concreto como elemento del concreto armado.

#### **3.3.2.3 Grado de deterioro de la resistencia a la tracción del acero de refuerzo**

**H1:** El fuego causa un grado deterioro en el esfuerzo a tracción del acero, como elemento del concreto armado

**Ho:** El fuego no causa un grado deterioro en el esfuerzo a tracción del acero, como elemento del concreto armado



De la hipótesis planteada de acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos se acepta la hipótesis nula, dado que se puede apreciar que los efectos del fuego causan deterioro a la resistencia a la tracción del acero de refuerzo como elemento del concreto armado.

#### **IV. DISCUSIÓN**

- En lo que respecta a la relación de efectos del fuego y grado de deterioro en la resistencia a compresión del concreto. Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación guardan relación con Huincho (2017) quien llega a la conclusión de una pérdida de la resistencia a compresión de 29 %, a una temperatura promedio de 350 °C y un tiempo de 2 horas, lo cual se aproxima a los resultados obtenidos en este trabajo: una pérdida de 26.16 % de resistencia a 350 grados centígrados de exposición con un tiempo de dos horas.

La diferencia que existe en ambos casos mencionados anteriormente es que se aplican diferentes relaciones agua cemento 0.60 y 0.58 respectivamente.

- En la variable de grado de deterioro de la resistencia a la flexión del concreto como elemento del concreto armado, los resultados obtenidos guardan un grado de relación con Hernández (2010), quien según sus datos obtenidos llega a la conclusión de que el concreto pierde resistencia a flexión considerablemente. logro determinar que la resistencia a flexión de un elemento de concreto de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sometido a altas temperaturas de 300 grados centígrados por un periodo de 1 horas es afectada en un 19.98% a una temperatura de, reduciendo sus propiedades mecánicas entre ellas su capacidad portante. Mientras que en el este que en el presente trabajo se obtuvo un deterioro de 26.69% con el mismo tiempo, pero con una temperatura de 350 grados centígrados.
- En la variable grado de deterioro de la resistencia a tracción del acero de refuerzo como elemento del concreto armado, a partir de los datos obtenidos en la presente investigación guardan relación con lo que sostiene Alvarado (2016). Quien después de llevar a cabo 4200 Kg/cm<sup>2</sup>, después expuestas durante un periodo de 30 minutos con temperaturas promedio de (750°C-1050°C), las cuales pasaron un proceso de enfriamiento al ambiente de 24 horas antes de realizar el ensayo ambos elementos concluye que la resistencia a flexión de cada uno de los elementos, reduce en función a la variación de temperatura y el tiempo de exposición alcanzada, lo cual coincide con esta investigación que se puede observar un grado de deterioro en el acero de refuerzo.

## **V. CONCLUSIONES**

- De la evaluación de la resistencia a compresión del concreto sometido a 150 °C, se ha determinado que existe un porcentaje de deterioro, siendo el deterioro mayor cuando se aplica un tipo de enfriamiento brusco, siendo la pérdida porcentual (%), 3.76 % con exposición de 1h .5.91% con tiempo de exposición de 1h, con enfriamiento brusco y 10.79 % con exposición de 2h, 12.46 % con tiempo de exposición de 2h, con enfriamiento brusco.

Mientras que de la evaluación de la resistencia a compresión del concreto sometido a 350 °C, también se determinó que, si existe un porcentaje de deterioro y mayor a la de 150 °C, siendo el deterioro mayor cuando se aplica un tipo de enfriamiento brusco, siendo la pérdida porcentual (%), 17.05 % con exposición de 1h, 22.14 % con tiempo de exposición de 1h, con enfriamiento brusco y 26.16 % con exposición de 2h, 33.28 % con tiempo de exposición de 2h, con enfriamiento brusco. obteniendo Deterioro de la compresión del concreto según los datos mencionados por lo tanto se puede concluir con la afirmación de la hipótesis planteada que es El fuego causa un grado de deterioro a resistencia a flexión del concreto, como elemento del concreto armado.

- De la evaluación del ensayo a la flexión de concreto se ha determinado una pérdida de resistencia, en los ensayos realizados a los especímenes con exposición a 150 °C, obteniendo los resultados siguientes en porcentajes de pérdida 9.99% y 16.39% en 1 y 2 horas respectivamente. y con respecto a la resistencia a la flexión de concreto el también de aprecia una pérdida de resistencia en los ensayos realizados con una exposición a 350 °C, obteniendo los resultados siguientes en porcentajes de pérdida 26.69 % y 36.68% en 1 y 2 horas respectivamente. dado que se puede apreciar que los efectos del fuego causan deterioro de resistencia a la flexión del concreto como elemento del concreto armado. En base a los resultados obtenidos se puede afirmar la hipótesis planteada que El fuego causa un grado de deterioro a resistencia a flexión del concreto, como elemento del concreto armado.
- De la evaluación de los ensayos de a tracción de los aceros de refuerzo se ha determinado que existe al igual que los anteriores, disminución de resistencia de acuerdo al tiempo y temperatura expuesta (150 °C). siendo los datos de pérdidas obtenidos 0.33 % en 2h de exposición. De la evaluación de los ensayos de a tracción de los aceros de refuerzo se ha determinado que existe al igual que los anteriores,

hubo disminución de resistencia de acuerdo al tiempo y temperatura expuesta (350 °C). Siendo los datos de pérdidas obtenidos 1.47 % en 2h de exposición. Dado que se puede apreciar que los efectos del fuego causan deterioro a la resistencia a la tracción del acero de refuerzo como elemento del concreto armado. De lo cual se puede afirmar El fuego causa un grado deterioro en el esfuerzo a tracción del acero, como elemento del concreto armado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Como se pudo apreciar en los ensayos realizados cuando el concreto es enfriado con agua pierde mayor capacidad a comparación del enfriado normal, por lo cual mientras sea posible se recomienda implementar otro tipo de sofocación de un incendio, que no genere cambios de temperatura bruscos.

Se recomienda realizar un estudio sobre los tipos de sofocación de incendios que generen menor cambio de temperaturas bruscas, por ende, generar menor pérdida de capacidades mecánicas del concreto.

- Hacer las pruebas necesarias para determinar el estado en el que se encuentra un inmueble después de haber sufrido un incendio, para poder determinar si dicho inmueble poder ser reforzado o simplemente ser demolido. Además, Se recomienda elegir agregados para concreto, cumpliendo un buen criterio de diseño, ya que es necesario proporcionar agregados de alta calidad y cumplir con la resistencia estándar de los requisitos de análisis de tamaño de partícula en los agregados, lo que tendrá un gran impacto en gran medida la resistencia de la estructura ya sea armada o simple, ya que puede afectar la resistencia de la estructura expuesta o sometida a altas temperaturas producidas por incendios.

- En caso de que ocurra un incendio en una edificación de concreto armado, Para evitar que el acero de refuerzo en sufra mayores daños acecinado por las temperaturas, se recomienda un mayor espesor de recubrimiento, de esta manera la varilla tendrá una menor exposición. Se recomienda realizar un estudio de resistencia al fuego con diferentes espesores de recubrimiento para determinar el adecuado.

- De esta investigación se puede plantear la posible investigación

- Teniendo como posible título:

- “Análisis de la influencia de fibras de polipropileno en el concreto convencional expuesto a elevadas temperaturas”

- Tomando como problema:

- Cuál es la influencia de fibras de polipropileno en el concreto expuesto a elevadas temperaturas



- El objetivo principal
  - Evaluación de influencia de fibras de polipropileno en el concreto convencional expuesto a elevadas temperaturas
- El tema propuesto guarda relación con el presente tema en que ambos son temas relacionados en la exposición de concreto a temperaturas de incendio para poder determinar el deterioro obtenido
  - Logrando complementar la presente investigación en la parte de adición de aditivos resistentes al incendio al concreto
- De esta investigación se puede plantear la posible investigación
  - “Influencia de la relación agua cemento en la resistencia del concreto a elevadas temperaturas”
  - Problema:
    - ¿Qué influencia tendrá la relación agua cemento en la resistencia del concreto a altas temperaturas?
  - Objetivo:
    - Evaluar la influencia de la relación agua cemento en la resistencia del concreto a elevadas temperaturas
  - El tema propuesto guarda relación con el presente tema en que ambos son temas relacionados en la exposición de concreto a temperaturas de incendio para poder determinar el deterioro obtenido

## **VII. REFERENCIAS**

- ARIAS Fidas. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica [en línea]. 5°. ed. Venezuela: Caracas, Episteme.2006 [fecha de consulta: 18 de mayo de 2018].
- ADDLESON, Lyall. Materiales para la Construcción. 1era ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A., 2001. 189 pp.  
ISBN: 842912005X
- ALONSO, Flor. Determinación de la profundidad de daño en estructuras de hormigón post-incendio, Madrid- España, revista. *ALCONPAT.*: pp, 1-16, 2013. ISSN: 2007-6835
- ALVARADO. Comportamiento de las Resistencias Mecánicas del Concreto Sometidas a Altas Temperaturas. Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, 1996
- ASTM International. ASTM C39. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. Standard, ASTM International. West Conshohocken, USA. 2012.
- ASTM International. ASTM E119-05a. Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials. Standard, ASTM International. West Conshohocken, USA. 2005.
- BAYON, Ignacio. Cooperativas de vivienda. En: Primeras jornadas de cooperativas de Euskadi. Vitoria: Gobierno Vasco, 2000 pp. 129-137.
- BARROSO Segundo y IBÁÑEZ Joaquín. Introducción al Conocimiento de Materiales. 1era ed. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014. 456 pp.  
ISBN: 9788436268591

- CARRASCO, Manuel Metodología de la investigación científica. 5ta Edición: Lima: Editorial San Marcos, 2012.
- CHANG Gustavo y PEREZ Darwin, Guías de Laboratorio Resistencia de Materiales [en línea] 2 ° ed. Santa Marta: Colombia, Carrera 32 [fecha de consulta: 10 de junio 2018]  
Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=V9BBDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ensayo+de+traccion+de+acero&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj277nO6\\_feAhVJo1kKHe9-DJYQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.pe/books?id=V9BBDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ensayo+de+traccion+de+acero&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj277nO6_feAhVJo1kKHe9-DJYQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true)  
ISSN: 978-758-746-071-1
- CRUZ Rodrigo. Physical and Mechanical Characterization of Concrete Exposed to Elevated Temperatures by Using Ultrasonic Pulse Velocity. Rev.fac.ing.univ. Antioquia. Colombia, 2015. 5.
- CHAUCA, Deyner y CRUZ, Marco. Evaluación del concreto  $F'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a altas temperaturas Tesis (Para obtener el título profesional de ingeniero civil). Chimbote:Universidad Nacional del Santa 2014. 194 pp.
- PENG, Zhang (2010). Influence of elevated temperature on mechanical properties and durability of concrete 1ª. ed. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2006. 300 pp.ISBN: 84-8338-485
- FLORES, Yocelyn. Estudio del comportamiento de estructuras durante un incendio usando como ejemplo el edificio Emilio Pugín UACH. Tesis (para obtener el título profesional). Valdivia: Universidad Austral De Chile, 2012. 108pp.  
Disponible en:<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/bmfcif634e/doc/bmfcif634e.pdf>
- FERNÁNDEZ M. Patología y terapéutica del hormigón armado. Ed. Dossat, Madrid (1977), pág. 392. ISBN: 84-8338-485.

- HUINCHO, Mark. Evaluación de la resistencia mecánica del concreto sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo. Tesis (Para obtener el título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017. 112 pp.
- HERNÁNDEZ Nelson. efecto del fuego sobre la resistencia a compresión de un elemento de concreto de resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, Santiago-Chile, Revista INGENIERÍA UC (17): 38 43, 2010 ISSN: 1316-6832
- ICART, Teresa. Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina .1<sup>a</sup>.ed.Barcelona: Universitat de Barcelona, 2006. 300 pp.ISBN: 84-8338-485.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. AC. (1978). Practica Recomendable para la Evaluación de los Resultados de las Pruebas de Resistencia del Concreto. (ACI-214-77). Editorial Mc Graw Hill Interamericana. México.
- PRIETO Javier. Evaluación de elementos estructurales de hormigón expuestos a un incendio En: VI congreso internacional sobre patologías y recuperación de estructuras ,2011: CÓRDOVA, ARGENTINA. CIMPAR. 2011. P 15.
- RAMIRES, Orlando y PEREZ Antoni. Evaluación del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a altas Temperaturas. Tesis (para optar el título profesional de ingeniero civil) Chimbote: universidad nacional del Santa, 2014.188 pp Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2703>
- RICO, Alfonso. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, ferrocarriles y autopistas. 1er vol. México: Limusa, 2005. 460 pp.  
ISBN: 9681800540
- REVERA, José. Pérdida de la resistencia mecánica del hormigón paraguayo debido a la acción del fuego (1): 1-8, 2008.
- SCANNONE, Rodolfo. Daños por incendio en las estructuras, Caracas Venezuela, Revista. Construcción y tecnología: pp.20 – 28, 2008.

- SEÑAS, L Y MAIZA P Evaluación de elementos estructurales de hormigón expuestos a un incendio [en línea]. Junio-agosto 2010, n.º 3. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2018].
- TINEO Walter.: Control de calidad del concreto. 5a. ed. Barcelona, Ed. Herder, 1975, 651 p.
- TORRES, J, Evaluación Del Concreto En Estado Fresco. 8a. ed. barcelona, ed. seix barral, s.a., 1975, 227 p
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 495 pp.  
ISBN: 9786123028787

## **VIII. ANEXOS**

## ANEXO 1: Matriz de consistencia

Título: "Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas"

Problemas	Objetivos	hipótesis	variables	Dimensiones	indicadores	metodología
General	General	General	independiente		150 °C	El proyecto de investigación es de diseño experimental, tipo de investigación aplicada, nivel de investigación explicativo
¿Cuál es el grado de deterioro de las propiedades mecánicas en elementos del concreto armado causado por efectos del fuego?	Evaluar el grado de deterioro de las propiedades mecánicas en elementos del concreto armado causado por efectos del fuego	El fuego causa un grado de deterioro a las propiedades mecánicas del concreto armado	fuego en componentes del concreto armado	magnitud de calor en 1 hora	350 °C	
				magnitud de calor en 2 horas	°150C	
					350°C	
				Específicos	Específicos	
¿Qué grado de deterioro causa el fuego en la resistencia a la compresión del concreto como elemento del concreto armado?	Determinar grado de deterioro que causa el fuego a la resistencia a la compresión del concreto como elemento del concreto armado	El fuego causa un grado de deterioro al f'c del concreto como elemento del concreto armado	<b>grado de deterioro</b>	propiedades mecánicas del concreto	Efecto de fuego en la resistencia a compresión	
					Efecto de fuego en la resistencia a flexión	
carga máxima de compresión						
¿Qué grado de deterioro causa el fuego en la resistencia a la flexión del concreto como elemento del concreto armado?	Determinar grado de deterioro que causa el fuego a la resistencia a la flexión del concreto como elemento del concreto armado	el fuego causa un grado de deterioro al fr del concreto como elemento del concreto armado		Propiedades mecánicas del acero de refuerzo	Efecto de fuego en la resistencia atracción	
					carga límite de fluencia	
					límite de fluencia	
¿Qué grado de deterioro causa el fuego al esfuerzo a la tracción del acero de refuerzo?	Determinar el grado de deterioro que causa el fuego a la resistencia a la tracción del acero como elemento del concreto armado	El fuego causa un grado deterioro en el esfuerzo a tracción del acero , como elemento del concreto armado		Propiedades mecánicas del acero de refuerzo	Efecto de fuego en la resistencia atracción	
					carga límite de fluencia	
					límite de fluencia	



## ANEXO 2: instrumentos de recolección de datos



### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LABORATORIO EN EL ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS Y TEMPERATURA NORMAL

**Tesis** : EVALUACION DE EFECTOS DEL FUEGO EN COMPONENTES DE CONCRETO ARMADO PARA DETERMINAR EL GRADO DE DETERIORO EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS

**Responsable** : LIÑAN PAREJA ROMAN SEGUNDO

**Instrucción** : luego de analizar y cotejar el instrumento con la matriz de consistencia de la Presente investigación le solicito que en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación

	Nº de espécimen	Tipo de enfriamiento	Temperatura de exposición (°C)	a/c	Tiempo de exposición (h)	fc kg/cm <sup>2</sup>
Especímenes sometidas a temperaturas	P1					
	P2					
	P3					
	P4					
	P5					
	P6					
	P7					
	P8					
	P9					
	P10					
	P11					
	P12					
Especímenes a temperaturas normales	P13					
	P14					

	(a)	(b)
<b>Temperaturas establecida</b>	150 °C	300 °C
<b>Tipos de enfriamiento establecido</b>	Normal	Brusco
<b>Tiempo de exposición establecida</b>	1h	2h

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LABORATORIO EN EL ENSAYO A FLEXIÓN DE  
PROBETAS DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO EXPUESTA A DISTINTAS TEMPERATURAS**

**Tesis** : EVALUACION DE EFECTOS DEL FUEGO EN COMPONENTES DE CONCRETO ARMADO PARA DETERMINAR EL GRADO DE DETERIORO EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS

**Responsable** : LIÑAN PAREJA ROMAN SEGUNDO

**Instrucción** : luego de analizar y cotejar el instrumento con la matriz de consistencia de la Presente investigación le solicito que en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación

	Nº de probetas	Temperatura de exposición (°C)	Tiempo de exposición (h)	Tipo de enfriamiento	a/c	Resistencia a flexion Kg/cm2
Especímenes sometidas a temperaturas						
Especímenes a temperaturas normales						

	(a)	(b)
<b>Temperaturas establecida</b>	150 °C	300 °C
<b>Tipos de enfriamiento establecido</b>	Normal	Brusco
<b>Tiempo de exposición establecida</b>	1h	2h

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LABORATORIO EN EL ENSAYO A TRACCIÓN DE ACERO DE REFUERZO EN CONCRETO ARMADO EXPUESTO A DISTINTAS TEMPERATURAS**

**Tesis** : EVALUACION DE EFECTOS DEL FUEGO EN COMPONENTES DE CONCRETO ARMADO PARA DETERMINAR EL GRADO DE DETERIORO EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS

**Responsable** : LIÑAN PAREJA ROMAN SEGUNDO

**Instrucción** : luego de analizar y cotejar el instrumento con la matriz de consistencia de la Presente investigación le solicito que en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación

	Nº de ensayo	Diámetro	Tiempo expuesto	Temperatura expuesta °C	Resistencia a tracción Kg/mm <sup>2</sup>
Acero de refuerzo sometido a temperaturas					
Acero de refuerzo a temperatura normal					

	(a)	(b)
<b>Temperaturas establecida</b>	150 °C	300 °C
<b>Tipos de enfriamiento establecido</b>	Normal	Brusco
<b>Tiempo de exposición establecida</b>	1h	2h



## Carta de presentación

Ingeniero (a).....

Presente

Asunto: validación de instrumentos a través de juicio de expertos

Yo Roman Liñan Pareja, con DNI: 73801916, estudiante del décimo ciclo, de la carrera de Ingeniería civil con código de estudiante N° 6500257538 en la Universidad César Vallejo sede Lima Norte. Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y agradecimiento desde ya, por su aporte como experto, así mismo, hacer de su conocimiento, que siendo estudiante de la asignatura de Desarrollo de Proyecto de Investigación (DPI), siguiendo con la metodología de investigación, se requiere la validación de los instrumentos con los cuales se hará la recolección de datos necesarias para el desarrollo del proyecto de investigación |

El título del proyecto de investigación es EVALUACIÓN DE EFECTOS DEL FUEGO EN COMPONENTES DE CONCRETO ARMADO PARA DETERMINAR EL GRADO DE DETERIORO EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS. Y siendo requisito indispensable contar con la aprobación de profesionales especializados para poder hacer el uso de los instrumentos en mención, se ha considerado conveniente recurrir a su usted ante su connotada experiencia.

Expresando mi sentimiento de respeto y consideración me despido, no sin antes agradecerle por la atención que usted dispone a la presente

Atenta mente

---

Tesista

---

Ingeniero Especialista

## ANEXO 3: Certificados de ensayo de laboratorio

### Certificado de ensayo a compresión de probetas cilíndricas



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Página 1 de 2

#### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : ROMAN LIÑAN PAREJA  
Obra : TESIS  
Ubicación : UNI  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
Expediente N° : 18-3727  
Recibo N° : 62647  
Fecha de emisión : 22/10/2018

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 27 probetas cilíndricas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL.  
Certificado de Calibración CMC-104-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015.  
Procedimiento interno AT-PR-12.
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
1	P1 EYF	19/10/2018	22/10/2018	170.4	48,638	285	Tipo 5
2	P2 EYF	19/10/2018	22/10/2018	170.6	49,467	290	Tipo 5
3	P3 EYF	19/10/2018	22/10/2018	171.0	48,483	282	Tipo 5
4	P4 EYF	19/10/2018	22/10/2018	178.8	49,242	275	Tipo 5
5	P5 EYF	19/10/2018	22/10/2018	173.7	48,287	278	Tipo 5
6	P6 EYF	19/10/2018	22/10/2018	179.4	49,689	276	Tipo 5
7	P7 EYF	19/10/2018	22/10/2018	178.2	48,612	273	Tipo 5
8	P8 EYF	19/10/2018	22/10/2018	166.5	47,724	269	Tipo 5
9	P9 EYF	19/10/2018	22/10/2018	173.2	46,761	270	Tipo 5
10	P10 EYF	19/10/2018	22/10/2018	179.4	45,755	255	Tipo 5

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Camera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Expediente N° : 18-3727

Página 2 de 2

Nr	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
11	P11 EYF	19/10/2018	22/10/2018	173.9	44,872	258	Tipo 5
12	P12 EYF	19/10/2018	22/10/2018	175.0	44,981	257	Tipo 5
13	P13 EYF	19/10/2018	22/10/2018	176.7	44,175	250	Tipo 5
14	P14 EYF	19/10/2018	22/10/2018	173.9	43,823	252	Tipo 5
15	P15 EYF	19/10/2018	22/10/2018	170.3	43,086	253	Tipo 5
16	P16 EYF	19/10/2018	22/10/2018	171.1	41,577	243	Tipo 5
17	P17 EYF	19/10/2018	22/10/2018	172.1	40,448	235	Tipo 5
18	P18 EYF	19/10/2018	22/10/2018	170.5	40,579	238	Tipo 5
19	P19 EYF	19/10/2018	22/10/2018	175.2	40,122	229	Tipo 5
20	P20 EYF	19/10/2018	22/10/2018	172.3	37,731	219	Tipo 5
21	P21 EYF	19/10/2018	22/10/2018	173.4	39,017	225	Tipo 5
22	P22 EYF	19/10/2018	22/10/2018	173.2	36,197	209	Tipo 5
23	P23 EYF	19/10/2018	22/10/2018	170.6	36,852	216	Tipo 5
24	P24 EYF	19/10/2018	22/10/2018	174.3	36,501	210	Tipo 5
25	P25 EYF	19/10/2018	22/10/2018	176.2	34,358	195	Tipo 5
26	P26 EYF	19/10/2018	22/10/2018	173.3	32,576	188	Tipo 5
27	P27 EYF	19/10/2018	22/10/2018	173.5	32,797	189	Tipo 5

**6. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. L. O. R.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI





# Certificado de ensayo a tracción de acero de refuerzo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : ROMAN SEGUNDO LIÑAN PAREJA  
**Obra** : TESIS  
**Ubicación** : UCV  
**Asunto** : Ensayo de Tracción en Aceros  
**Expediente N°** : 18-4274  
**Recibo N°** : 63218  
**Fecha de emisión** : 28/11/2018

**1.0. DE LA MUESTRA** : Consistente en 09 varillas de acero corrugado de la marca ACEROS AREQUIPA.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, ZWICK/ROELL  
 Certificado de calibración LFP-399-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 350.405:2015  
 Procedimiento interno AT-PR-10.

**4.0. RESULTADOS** : **Fecha de Ensayo: 28/11/2018**

MUESTRA	SECCIÓN TRANSVERSAL NOMINAL	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	TENSIÓN LÍMITE DE FLUENCIA (Kg/mm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/mm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)	ELONGACIÓN FINAL (%)
AR1 AREQUIPA	1/2"	129	5,820	45.1	9,678	75.0	33	16.5
AR2 AREQUIPA	1/2"	129	5,900	45.7	9,637	74.7	25	12.5
AR3 AREQUIPA	1/2"	129	5,820	45.1	9,651	74.9	30	15.0
AR4 AREQUIPA	1/2"	129	5,900	45.7	9,595	74.4	30	15.0
AR5 AREQUIPA	1/2"	129	5,850	45.4	9,611	74.5	30	15.0
AR6 AREQUIPA	1/2"	129	5,810	45.0	9,585	74.3	31	15.5
AR7 AREQUIPA	1/2"	129	5,900	45.7	9,494	73.6	30	15.0
AR8 AREQUIPA	1/2"	129	5,850	45.4	9,533	73.9	30	15.0
AR9 AREQUIPA	1/2"	129	5,811	45.0	9,520	73.8	31	15.5

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : A. A. G.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.  
 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

**EXP : 18-4274**

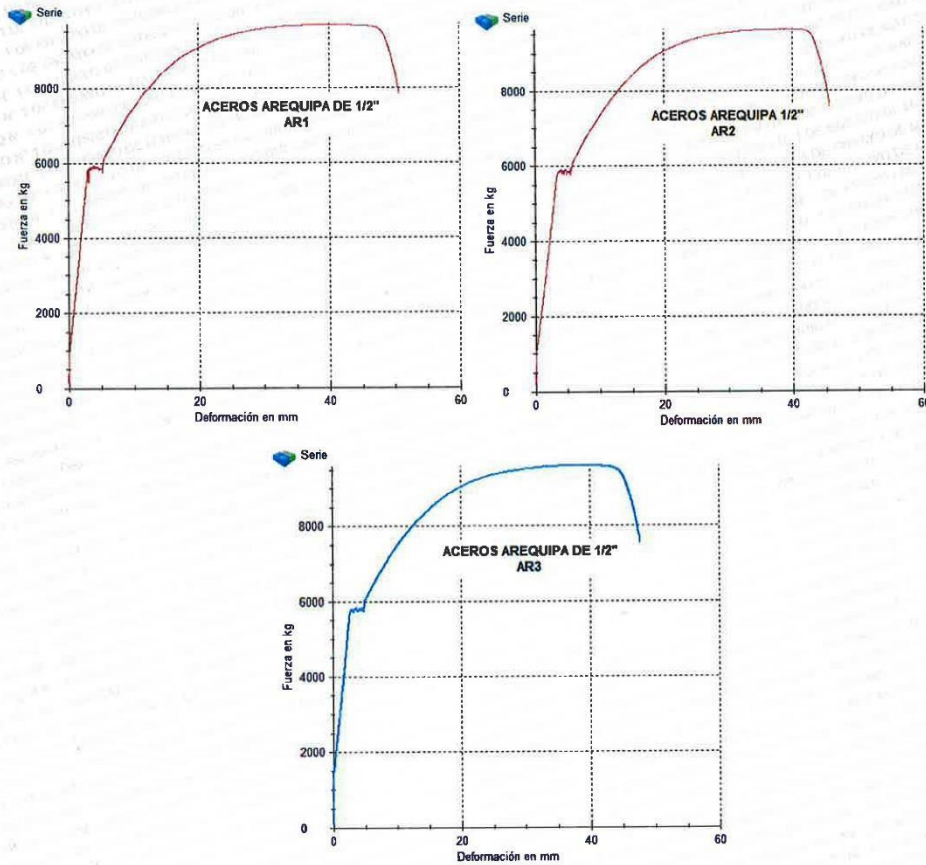
Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission



Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del Laboratorio



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI



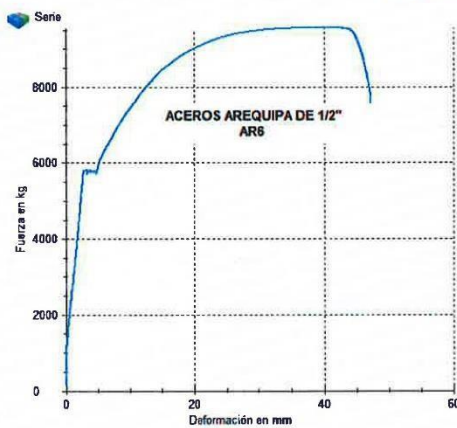
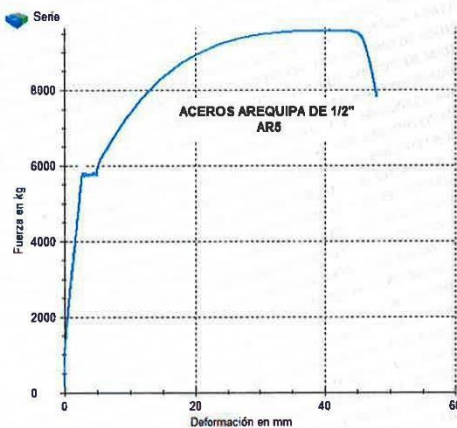
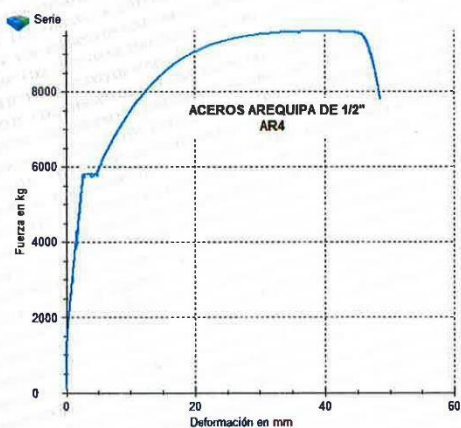




**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



EXP : 18-4274



*Jf*



*Ana Torre Carrillo*  
 Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del Laboratorio



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por

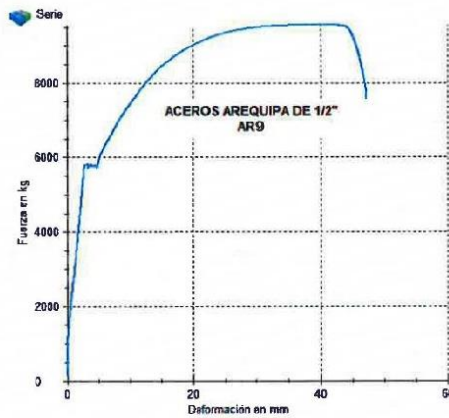
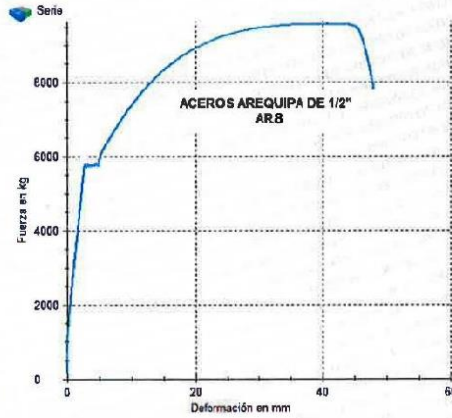
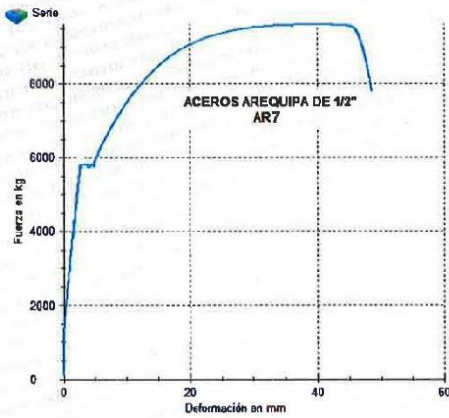


Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

EXP : 18-4274



Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del Laboratorio



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI



**Certificado de ensayo a flexión de vigas**



**MTL GEOTECNIA S.A.C.**  
**INGENIERIA & GEOTECNIA**

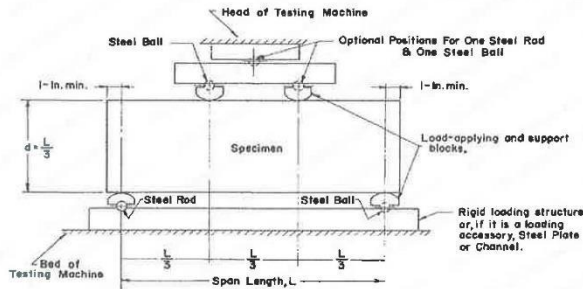
ESTUDIOS - PROYECTOS  
 SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

**WWW.MTLGEOTECNIASAC.COM**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 2
PROYECTO	EVALUACIÓN DE EFECTO DE FUEGO EN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO, PARA DETERMINAR GRADO DE DETERIORO*		REGISTRO N°: MTL-LEM-438-12	
SOLICITANTE	ROMAN SEGUNDO LIÑAN PAREJA		REALIZADO POR	P. Tassyo
CÓDIGO DE PROYECTO	---		REVISADO POR	D. Coala
UBICACIÓN DE PROYECTO	---		FECHA DE ENSAYO	16/10/2018
FECHA DE EMISIÓN	16/10/2018		TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Especímenes prismáticos			
F <sub>o</sub> de diseño	280 kg/cm <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRÓN	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 02 DISEÑO PATRÓN	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 03 DISEÑO PATRÓN	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>



Fuente: ASTM C78

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

 Elaborado por:	 Revisado por:	 Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos (entre Av Universitaria y Av Antunez De Mayolo) - San Martín de Porres - Lima

Tel.: (511) 457 2237 Cel.: 989 349 903

E-mail: informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com





# MTL GEOTECNIA S.A.C.

## INGENIERIA & GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS  
SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO

WWW.MTLGEOTECNIASAC.COM

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 2
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE EFECTO DE FUEGO EN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO, PARA DETERMINAR GRADO DE DETERIORO"		REGISTRO N°:	MTL18-LEM-440-12
SOLICITANTE	ROMAN SEGUNDO LINAN PAREJA		REALIZADO POR	P. Tasayco
CÓDIGO DE PROYECTO	---		REVISADO POR	D. Cooto
UBICACIÓN DE PROYECTO	---		FECHA DE ENSAYO	16/10/2018
FECHA DE EMISIÓN	16/10/2018		TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	280 kg/cm2			

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 04 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (150°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	29 kg/cm2
VIGA N° 05 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (150°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	30 kg/cm2
VIGA N° 06 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (150°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	28 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (150°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	26 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (150°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	27 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (150°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	26 kg/cm2
VIGA N° 10 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (350°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	24 kg/cm2
VIGA N° 11 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (350°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	24 kg/cm2
VIGA N° 12 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (350°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	23 kg/cm2
VIGA N° 13 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (350°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	20 kg/cm2
VIGA N° 14 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (350°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	22 kg/cm2
VIGA N° 15 DISEÑO PATRÓN SOMETIDO A CALOR (350°C)	18/09/2018	16/10/2018	28 días	2	45.0	20 kg/cm2

#### OBSERVACIONES:


- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
--	--	--

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos(entre Av Universitaria y Av Antunez De Mayolo) - San Martin de Porres - Lima  
Telf.: (511) 457 2237 Cel.: 989 349 903  
E-mail: informes@mtlgeotecniasac.com www.mtlgeotecniasac.com

## ANEXO 4: Calibración de equipos

### Certificado de calibración de prensa utilizada para el ensayo de flexión



**Test & Control**  
Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

---

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

#### LF-0265-2018


OT 1743-2565      Fecha de emisión 2018 - 08 - 15      Página 1 de 2

- SOLICITANTE :** MTL GEOTECNIA S.A.C.  
**DIRECCIÓN :** Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martín De Porres
- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** PRENSA  
Marca: ELE      Capacidad Máxima: 120000 kgf  
Modelo: ADR TOUCH      División de Escala: d: 0.1 kgf  
N° Serie: 1887-1-00074      Procedencia: No Indica  
Código de Ident.: NO INDICA      Ubicación: Laboratorio
- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**  
La calibración se realizó el día 14 de agosto del 2018 en las instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.
- MÉTODO.**  
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas de Celdas y anillos de carga".
- PATRÓN.**


INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO	ENTIDAD
Manómetro Digital	0 bar a 700 bar	0,05%	LFP-C-150-2017	DM - INACAL
- CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,1 °C	19,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	71,6 %	69,9 %
- OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde sobre el equipo.  
Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.  
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.  
Se deja a criterio del usuario el adecuado uso del equipo de acuerdo a los resultados adjuntos.



Lic. Nicolás Ramos  
Gerente Técnico  
CFP-0316



**Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado N°  
Página

LF-0265-2018  
2 de 2

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
102,1	0,52	0,61	-0,01	0,02
200,1	1,11	1,11	0,00	0,02
500,4	2,73	2,68	-0,05	0,02
800,3	4,34	4,26	-0,08	0,02
1000,2	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000,7	26,78	26,26	-0,52	0,02
10000,4	53,47	52,44	-1,03	0,03
20000,8	107,18	105,12	-2,06	0,05
50000,6	266,49	261,35	-5,14	0,07
80002,5	423,47	415,30	-8,17	0,09

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado N°  
Página

LF-0265-2018  
2 de 2

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
102,1	0,52	0,61	-0,01	0,02
200,1	1,11	1,11	0,00	0,02
500,4	2,73	2,68	-0,05	0,02
800,3	4,34	4,26	-0,08	0,02
1000,2	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000,7	26,78	26,26	-0,52	0,02
10000,4	53,47	52,44	-1,03	0,03
20000,8	107,18	105,12	-2,06	0,05
50000,6	266,49	261,35	-5,14	0,07
80002,5	423,47	415,30	-8,17	0,09

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado N°  
Página

LF-0265-2018  
2 de 2

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
102,1	0,52	0,61	-0,01	0,02
200,1	1,11	1,11	0,00	0,02
500,4	2,73	2,68	-0,05	0,02
800,3	4,34	4,26	-0,08	0,02
1000,2	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000,7	26,78	26,26	-0,52	0,02
10000,4	53,47	52,44	-1,03	0,03
20000,8	107,18	105,12	-2,06	0,05
50000,6	266,49	261,35	-5,14	0,07
80002,5	423,47	415,30	-8,17	0,09

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Certificado de calibración de prensa utilizada para el a compresión



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-104-2018**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería  
Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería  
Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "  
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.  
Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica  
Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)  
División de escala : 0.1 kN  
Marca : ELE - INTERNATIONAL  
Modelo : 36-0650/06  
N° de serie del equipo : 9913 Código UNI : PHEC-4  
Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL  
N° de serie lector digital : 1887-1-00089  
Procedencia : USA  
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,6°C / 65%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,6°C / 64%  
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216  
Número de páginas : 2  
Fecha de calibración : 2018-09-28

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-10-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 INGENIERO CIVIL Reg. n° 128 N° 8428F

CMC-104-2018

Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
9	100,0	99,5	99,3	99,9	99,6	0,4	0,1
18	200,0	199,2	199,6	199,6	199,5	0,3	0,1
27	300,0	298,9	299,1	298,9	299,0	0,3	0,1
36	400,0	399,1	398,7	399,2	399,0	0,3	0,1
45	500,0	499,1	498,9	499,8	499,3	0,1	0,1
54	600,0	599,1	598,6	598,7	598,8	0,2	0,1
63	700,0	699,2	698,7	698,6	698,9	0,2	0,1
72	800,0	798,4	798,2	798,5	798,4	0,2	0,1
81	900,0	898,8	898,6	899,0	898,8	0,1	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-104-2018**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "  
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica

Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)

División de escala : 0.1 kN

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Modelo : 36-0650/06

N° de serie del equipo : 9913 Código UNI : PHEC-4

Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL

N° de serie lector digital : 1887-1-00089

Procedencia : USA

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,6°C / 65%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,6°C / 64%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2018-09-28

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-10-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 INGENIERO CIVIL Reg. n° 135 N° 8428F

CMC-104-2018

Página 1 de 2

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
9	100,0	99,5	99,3	99,9	99,6	0,4	0,1
18	200,0	199,2	199,6	199,6	199,5	0,3	0,1
27	300,0	298,9	299,1	298,9	299,0	0,3	0,1
36	400,0	399,1	398,7	399,2	399,0	0,3	0,1
45	500,0	499,1	498,9	499,8	499,3	0,1	0,1
54	600,0	599,1	598,6	598,7	598,8	0,2	0,1
63	700,0	699,2	698,7	698,6	698,9	0,2	0,1
72	800,0	798,4	798,2	798,5	798,4	0,2	0,1
81	900,0	898,8	898,6	899,0	898,8	0,1	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.





## Certificado de equipo para ensayo a tracción de acero de refuerzo



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

### Certificado de Calibración

### LFP - 399 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rímac	
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kgf a 101 972 kgf ( 0 kN a 1 000 kN) (*)	
Resolución	1 kgf	
Marca	ZWICK ROELL	
Modelo	SP 1000	
Número de Serie	57940	
Procedencia	ALEMANIA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2018-09-14	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.  
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
 2018-09-19	 ALDO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Tel: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: metrologia@inacal.gob.pe  
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
Laboratorio de Fuerza y Presión

## Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 2 de 4

### Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

### Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM  
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,5°C	22,0°C

### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	63657 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-07

### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.  
Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

(\*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 15 000 kgf a 50 000 kgf.

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Cárnitas N° 617, San Isidro, Lima – Perú  
Tel.: (01) 540-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
**Laboratorio de Fuerza y Presión**

## Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 3 de 4

### Resultados de Medición

Dirección de Carga : Tracción

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo			Indicación en el transductor de fuerza patrón					Promedio	Error
			1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie Ascenso	3ª Serie Descenso	4ª Serie - Accesorios Ascenso		
(%)	(kgf)	(kN)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	
15	15 000	147,100	14 591	14 557	14 590	-----	-----	14 579	421
20	20 000	196,133	19 566	19 553	19 556	-----	-----	19 558	442
25	25 000	245,166	24 551	24 534	24 551	-----	-----	24 545	455
30	30 000	294,200	29 552	29 456	29 486	-----	-----	29 498	502
33	32 500	318,716	32 011	31 983	31 987	-----	-----	31 984	506
35	35 000	343,233	34 471	34 510	34 488	-----	-----	34 490	510
38	37 500	367,749	36 998	37 002	36 991	-----	-----	36 997	503
40	40 000	392,266	39 525	39 493	39 493	-----	-----	39 504	496
45	45 000	441,299	44 309	44 479	44 441	-----	-----	44 410	590
50	50 000	490,333	49 295	49 363	49 338	-----	-----	49 332	668

### Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal			Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U (%) k=2
			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Error con Accesorios	
(%)	(kgf)	(kN)	a	b	v	a		
15	15 000	147,100	2,89	0,23	-----	0,01	-----	0,16
20	20 000	196,133	2,26	0,07	-----	0,01	-----	0,07
25	25 000	245,166	1,85	0,07	-----	0,00	-----	0,07
30	30 000	294,200	1,70	0,33	-----	0,00	-----	0,19
33	32 500	318,716	1,58	0,09	-----	0,00	-----	0,07
35	35 000	343,233	1,48	0,11	-----	0,00	-----	0,07
38	37 500	367,749	1,36	0,03	-----	0,00	-----	0,07
40	40 000	392,266	1,26	0,08	-----	0,00	-----	0,07
45	45 000	441,299	1,33	0,38	-----	0,00	-----	0,23
50	50 000	490,333	1,35	0,14	-----	0,00	-----	0,09
Error relativo de cero $f_0$			0,00					

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud a	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución Relativa a	Cero $f_0$
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kgf = kilogramo fuerza

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

**Metrología**  
**Laboratorio de Fuerza y Presión**

## Certificado de Calibración

### LFP – 399 – 2018

Página 4 de 4

#### **Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

#### **Recalibración**

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

#### **DIRECCION DE METROLOGIA**

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

#### **SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM**

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

---

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
**Dirección de Metrología**  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



# Certificado de calibración de horno eléctrico



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 382 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 404-2018  
Fecha de emisión : 2018-10-12

1. Solicitante : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

Dirección : CAL. MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181  
MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN -  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL  
Marca del Equipo : RUMISTONE  
Modelo del Equipo : NO INDICA  
Capacidad del Equipo : 476 L  
Marca de indicador : AUTONICS  
Modelo de indicador : TZN4M  
Temperatura calibrada : 350 °C  
Código de Identificación : H-02

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
11 - OCTUBRE - 2018

#### 4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del Indecopi.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0747 - 2017	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,6	22,8
Humedad %	70	72

#### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos  $350\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Rag. CIP N° 152631



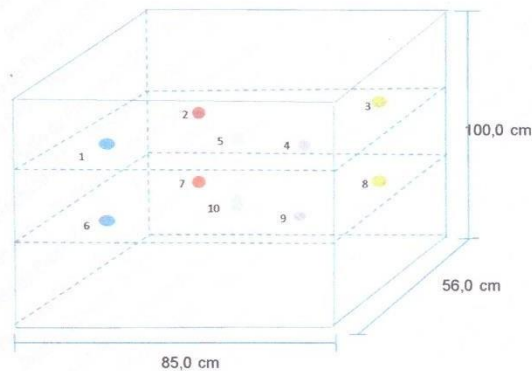
Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 382 - 2018

Página : 2 de 2

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

## ANEXO 5: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL COORDINADOR DE LA:

- ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS QUE PRESENTA

- Liñán Pareja, Román Segundo

INFORME TÍTULADO:

- Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

- Ingeniero civil.

SUSTENTADO EN FECHA: 06/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 14



**Mg. Doris Lina Huamán Baldeón**  
Coordinadora del E.P. Ingeniería Civil  
UCV – Lima Norte

## ANEXO 6: Acta de aprobación de originalidad de tesis.



### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

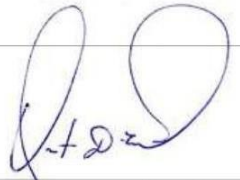
Yo, **TELLO MALPARTIDA, Omart Demetrio** docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, asesor del Informe de Investigación titulada:

**“Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas”** del autor **LIÑAN PAREJA, Román Segundo** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **24%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima 06 de diciembre de 2018

Apellidos y Nombres del Asesor <b>TELLO MALPARTIDA, Omart Demetrio</b>	
DNI: <b>08644876</b>	Firma 
ORCID: <b>0000-0002-5043-6510</b>	



**ANEXO 7: Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo LIÑAN PAREJA ROMAN SEGUNDO ....., identificado con DNI N° 73801916

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo () No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas"

.....  
 .....  
 en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

  
 \_\_\_\_\_

FIRMA  
 DNI: .....73801916.....

FECHA: 06 de 12 del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



# ANEXO 8: Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
 ev.turnitin.com/apps/carta/mf/?u=1081382854680DS=2&lang=es&bo=1411465104&cs=1

Feedback studio | Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas | 34 de 42 | Resumen de coincidencias

24 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.uns.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	4 %
2	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	3 %
3	cybertesis.uni.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	2 %
4	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	2 %
5	docplayer.es <small>Fuente de Internet</small>	1 %
6	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 %
7	es.slideshare.net <small>Fuente de Internet</small>	1 %
	es.scribd.com	1 %

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Evaluación de efectos del fuego en componentes de concreto armado para determinar el grado de deterioro en sus propiedades mecánicas"

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

**AUTOR**  
 Lihán Pareja, Roman Segundo

**ASESOR**  
 Mg. Ing. Tello Malpartida, Omar Deastrio

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
 Diseño Sísmico y Estructural

Lima - Perú  
2018

Página: 1 de 66 | Número de palabras: 13641 | Text-only Report | High Resolution Activado