



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estudio del Efecto del Aditivo Acelerante sobre el Concreto, Relacionado a su Resistencia  
a Compresión, Temperatura Ambiente de 0°C

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

**AUTORAS:**

Br. Reyes Pomacanchari, Deysi Dina (ORCID: 0000-0001-5000-7540)

Br. Terrel Cueva, Tania Isabel (ORCID: 0000-0002-4043-1265)

**ASESOR:**

Mg. Casusol Iberico, German Fernando (ORCID: 0000-0001-7143-5026)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

Lima - Perú

2019

*DEDICATORIA*

*A dios, por darme las fuerzas de perseverar; a mis padres, por el apoyo incondicional, a mis hermanos y a las personas que nos apoyaron para conseguir esta meta académica.*

## *AGRADECIMIENTO*

*A la escuela de ingeniería civil y a los docentes, por su valiosa enseñanza y permanente orientación en nuestros estudios. Al ingeniero Casusol Iberico, German Fernando, por su asesoramiento en la realización de la presente investigación.*

## Página del Jurado

## Página del Jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 17
--	---------------------------------------	--

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) TERREL CUEVA TANIA ISABEL cuyo título es: ESTUDIO DEL EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE SOBRE EL CONCRETO, RELACIONADO A SU RESISTENCIA A COMPRESIÓN, TEMPERATURA AMBIENTE DE 0°C

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 12 DOCE.

Lima, Ate 07 de diembre del 2019

  
-----  
MG. CHOQUE FLORES, LEOPOLDO  
PRESIDENTE

  
-----  
MG. TACZA ZEVALLOS, JOHN NELINHO  
SECRETARIO

  
-----  
CASUSOL IBERICO, GERMAN FERNANDO  
VOCAL

Revisó	Vicerrectorado de Investigación/ <a href="#">DEVAC</a> / Responsable del SGC	Aprobó	<a href="#">Rectorado</a>
--------	--	--------	---------------------------

**NOTA:** Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentren fuera del Campus Virtual Trilce serán considerados como COPIA NO CONTROLADA.

## Declaratoria de Autenticidad

Nosotras, Reyes Pomacanchari Deysi Dina con DNI 72958037 y Terrel Cueva Tania Isabel con DNI 72850964, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que representa el presente informe de la investigación es veraz y auténtica.

Así mismo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información, obtenidos en la elaboración de los ensayos son de fuentes verídicas y confiables.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información obtenida bajo ética y respeto de la propiedad intelectual, por lo cual nos sometemos a lo estipulado en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 2 de diciembre del 2020



REYES POMACANCHARI, DEYSI DINA

DNI: 72958037



TERREL CUEVA, TANIA ISABEL

DNI: 72850964

## ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Índice	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	16
2.1 Tipo y Diseño de investigación	16
2.2 Operacionalización de variables	17
2.3 Población, muestra y muestreo	19
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	20
2.5 Procedimiento	21
2.6 Aspectos Éticos	36
III. RESULTADOS	37
IV. DISCUSIÓN	56
V. CONCLUSIONES	58
VI. RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS	64
Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis	125
Pantallazo del Software Turnitin	127
Autorización para la Publicación de la Tesis	128
Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación	129

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Matriz de Operacionalización	18
<b>Tabla 2.</b> Resistencia promedio a la comprensión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una Ss de la muestra.	20
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de probetas para realizar los ensayos	20
<b>Tabla 4.</b> Tiempo de fraguado del Cemento Portland Tipo I “ANDINO”	22
<b>Tabla 5.</b> Calor de hidratación del Cemento Portland Tipo I “ANDINO”	23
<b>Tabla 6.</b> Resistencia promedio	24
<b>Tabla 7.</b> Asentamiento recomendado	24
<b>Tabla 8.</b> Volumen unitario de agua	25
<b>Tabla 9.</b> Relación agua /cemento por resistencia	25
<b>Tabla 10.</b> Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	26
<b>Tabla 11.</b> Cantidad de material por m <sup>3</sup> de concreto.	27
<b>Tabla 12.</b> Cantidad de aditivo acelerante por m <sup>3</sup> de concreto.	27
<b>Tabla 13.</b> Clasificación de tipo de fraguado de acuerdo a su tiempo de fraguado inicial	31
<b>Tabla 14.</b> Variación del tiempo del fraguado respecto a la temperatura del ambiente	32
<b>Tabla 15.</b> Criterios de aceptación para la temperatura de concreto	33
<b>Tabla 16.</b> Slump obtenido	37
<b>Tabla 17.</b> Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 1.2% de aditivo acelerante	38
<b>Tabla 18.</b> Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 2.6% de aditivo acelerante	39
<b>Tabla 19.</b> Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 4% de aditivo acelerante	40
<b>Tabla 20.</b> Variación del tiempo de fraguado con distintas dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C	40
<b>Tabla 21.</b> Temperatura del concreto con distintas dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C	42
<b>Tabla 22.</b> Resistencia a compresión del patrón relación a/c=0.45 con 0.15% de aditivo incorporador de aire, temperatura ambiente de 0°C	43
<b>Tabla 23.</b> Resistencia a compresión del patrón relación a/c=0.45 vs	

concreto con 1.2% de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C	43
<b>Tabla 24.</b> Resistencia a compresión del patrón relación a/c=0.45 vs concreto con 2.6% de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C	44
<b>Tabla 25.</b> Resistencia a compresión del patrón relación a/c=0.45 vs concreto con 4% de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C	45
<b>Tabla 26.</b> Resistencia a compresión del patrón relación a/c=0.45 vs concreto con dosis de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C	47
<b>Tabla 27.</b> Datos estadísticos descriptivos de la Resistencia a la Compresión respecto al porcentaje de aditivo acelerante.	48
<b>Tabla 28.</b> Datos estadísticos Anova de la Resistencia a la Compresión respecto al porcentaje de aditivo acelerante.	49
<b>Tabla 29.</b> Comparaciones múltiples de los porcentajes de aditivo acelerante respecto a la variable dependiente con prueba de Post Hoc.	49
<b>Tabla 30.</b> Subconjuntos homogéneos de la resistencia a la compresión con HSD Tukey.	50
<b>Tabla 31.</b> Datos estadísticos descriptivos del tiempo de fraguado respecto al porcentaje de aditivo acelerante.	51
<b>Tabla 32.</b> Datos estadísticos ANOVA del tiempo de fraguado respecto al porcentaje de aditivo acelerante.	51
<b>Tabla 33.</b> Comparaciones múltiples de los porcentajes de aditivo acelerante respecto a la variable dependiente con HSD Tukey.	52
<b>Tabla 34.</b> Subconjuntos homogéneos del tiempo de fraguado del concreto con HSD Tukey.	52
<b>Tabla 35.</b> Datos estadísticos descriptivos de la temperatura interna del concreto respecto al porcentaje de aditivo acelerante.	53
<b>Tabla 36.</b> Datos estadísticos Anova de la temperatura interna del concreto respecto al porcentaje de aditivo acelerante	54
<b>Tabla 37.</b> Comparaciones múltiples de los porcentajes de aditivo acelerante respecto a la variable dependiente con HSD Tukey.	54

<b>Tabla 38.</b> Subconjuntos homogéneos de la temperatura de concreto con HSD Tukey.	55
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Componentes del concreto	6
<b>Figura 2.</b> Efecto de la temperatura sobre el tiempo de fraguado (1°) y la resistencia (1b) del concreto	10
<b>Figura 3.</b> Curvas típicas de calor de hidratación para diferentes tipos de cementos	12
<b>Figura 4.</b> Efecto de la temperatura del concreto y acelerante sobre el tiempo de fragua	13
<b>Figura 5.</b> Congeladora y control de temperatura	28
<b>Figura 6.</b> Control de temperatura	28
<b>Figura 7.</b> Probetas de concreto recién elaborada	28
<b>Figura 8.</b> Prensa a compresión	29
<b>Figura 9.</b> Mezcladora de concreto	29
<b>Figura 10.</b> Procedimiento de elaboración de probetas de concreto	30
<b>Figura 11.</b> Efecto del curado del concreto en la resistencia	34
<b>Figura 12.</b> Curado de concreto, estado fresco	35
<b>Figura 13.</b> Curado de concreto, estado endurecido	35
<b>Figura 14.</b> Resistencia a la penetración en kg/cm <sup>2</sup> entre el tiempo de fraguado de las mezclas con diferentes dosis de aditivo acelerante	38
<b>Figura 15.</b> Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 1.2% de aditivo acelerante	39
<b>Figura 16.</b> Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 2.6% de aditivo acelerante	39
<b>Figura 17.</b> Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 4% de aditivo acelerante	40
<b>Figura 18.</b> Variación del tiempo de fraguado con distintas dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C	41
<b>Figura 19.</b> Temperatura de concreto con distintas dosis de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C	42

<b>Figura 20.</b> Resistencia a compresión de patrón vs el concreto con 1.2% de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C	44
<b>Figura 21.</b> Resistencia a compresión de patrón vs el concreto con 2.6% de aditivo acelerante, a una temperatura ambiente de 0°C	45
<b>Figura 22.</b> Resistencia a compresión de patrón vs el concreto con 4% de aditivo acelerante, a una temperatura ambiente de 0°C	46
<b>Figura 23.</b> Resistencia a compresión entre el concreto y las diferentes dosis de aditivo acelerante, a una temperatura ambiente de 0°C	47
<b>Figura 24.</b> Media de la resistencia a la compresión vs aditivo acelerante	50
<b>Figura 25.</b> Media del tiempo de fraguado vs aditivo acelerante	53

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la resistencia a la compresión del concreto con diferente dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C, evaluando el tiempo de fraguado y la temperatura del concreto.

Se realizó un diseño de mezcla  $F'c=310\text{kg/cm}^2$ , siendo la relación de agua y cemento de 0.45, y para un slump de 4", al patrón se incorporó un 0.15% de aditivo incorporador de aire (Chema Entrampaire), utilizando las dosificaciones mínima, media y máxima recomendadas por la ficha técnica del aditivo acelerante de fragua (Chema 3). Haciendo un total de 36 briquetas. Realizándose la simulación de temperatura ambiente de 0°C mediante una congeladora. Para cada mezcla (patrón y con dosis de aditivo acelerante) se efectuaron ensayos de tiempo de fraguado, temperatura del concreto y resistencia a la compresión a las edades de 3, 7 y 28 días. La metodología del proyecto de investigación es de tipo aplicada, el enfoque es cuantitativo, diseño-experimental, explicativo. Finalmente, los resultados obtenidos mediante los ensayos son comparados entre el concreto patrón y el concreto con las proporciones de aditivo mínimo, medio y máximo recomendadas por el fabricante, concluyendo que para un 4% de adición de aditivo acelerante el cual llega a una mayor resistencia a los 28 días con un 33% más respecto al concreto patrón, pero teniendo un retraso en el inicio de fraguado de 3 hh. y con un tiempo de fraguado de 1hh. y 5 min., por lo contrario, con un 2.6% de adición de aditivo acelerante se tiene un 26% más de resistencia respecto al concreto patrón teniendo un inicio de fraguado de 2 hh. y 15 min. y con un tiempo de fraguado de 1 hh. y 15min.

**Palabras Claves.** Resistencia a compresión, aditivo acelerante, tiempo de fraguado.

## ABSTRACT

This research aims to determine the compressive strength of concrete with different doses of accelerating additive at an ambient temperature of 0 ° C, evaluating the fragmentation time and the temperature of the concrete.

A mixture design  $F'c = 310\text{kg} / \text{cm}^2$  was carried out, the water and cement ratio being 0.45, and for a 4" collapse, the pattern was added to 0.15% of air incorporating additive (Chema Entrampaire), using the minimum, average and maximum dosages recommended by the technical sheet of the forge accelerating additive (Chema 3). Making a total of 36 briquettes. Performing the ambient temperature simulation of 0 ° C using a freezer. For each mixture (standard and with dose of accelerating additive) verify tests of setting time, concrete temperature and compressive strength at the ages of 3, 7 and 28 days. The methodology of the research project is applied, the approach is quantitative, experimental design, explanatory. Finally, the results obtained through the tests are compared between the standard concrete and the concrete with the proportions of minimum, medium and maximum additive recommended by the manufacturer, concluding that for a 4% addition of accelerating additive which reaches a greater resistance at 28 days with 33% more than the specific pattern, but having a delay in the beginning of setting of 3 hh. and with a setting time of 1hh. and 5 min., on the contrary, with a 2.6% addition of accelerating additive there is a 26% more resistance with respect to the standard concrete having a setting start of 2 hh. and 15 min. and with a setting time of 1 hh. and 15min.

**Keywords.** Compressive strength, accelerating additive, setting time.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad problemática**

A nivel mundial el concreto es el material más utilizado, ya que cuenta con propiedades físico-mecánicas de trabajabilidad, resistencia, acústica y térmica. Tanto en el ámbito de la construcción para estructuras viales, hidráulicas y edificaciones, por lo que sí es elaborado con materiales adecuados siguiendo los procedimientos y normas técnicas, la estructura alcanzara una buena vida útil.

Para el estudio de concreto es necesario tener en cuenta condiciones especiales como la ubicación y la temperatura del país, sabiendo que el Perú cuenta con una diversidad de climas, donde la temperatura asciende en la selva y desciende en la sierra. Siendo en el periodo de mayo a setiembre donde se registraron las más bajas temperaturas del año según informe de monitoreo de las temperaturas exageradas en el aire a nivel del Perú (Senamhi, p.2). Teniendo nuestros departamentos y regiones a diferentes alturas, obteniendo de esta manera cambios de temperaturas extremas el cual es perjudicial para la actividad que se realiza con el concreto, por lo que se deben tomar medidas anticipadas. Puesto que para la estabilidad de la estructura del concreto van a intervenir diferentes variables como es el medio ambiente, materiales, ejecución y el uso.

En la etapa de producción del concreto, las propiedades del concreto tienden a variar ante factores como la relación de a/c, agua, características de los materiales, el transporte y la forma del vaciado, la temperatura y el curado. Por ello es importante tener un control de calidad, ya que este es un material estructural el cual tiene un impacto en la seguridad pública. (Patiño y Méndez, p.61)

Por ello la condición climática, es un factor esencial, cuando se realizan trabajos de vaciado de concreto a bajas temperaturas, permitiendo un mayor ritmo de hidratación del cemento obteniendo un prolongado periodo de fragua y resistencia de forma lenta. Además, infiere que, en climas fríos, el congelamiento del agua el cual causa mayor volumen en el concreto ocasionando segregaciones, al ser descongelado se obtiene alta porosidad con un concreto de baja resistencia, provocando problemas de fisuramiento

siendo la durabilidad afectada de manera desfavorable. A la vez daños económicos puesto que la solución sería la demolición, resanes, etc.

En la actualidad se ha estado empleando aditivos que permiten lograr mayor trabajabilidad, resistencia sin afectar la consistencia, generando un adecuado trabajo de colocación y acabado del concreto. Los aditivos acelerantes para el uso de concreto simple y concreto armado respectivamente resultan beneficiosos para la aceleración del fraguado, de modo que acelera la hidratación, generando la liberación de calor, por lo que aumenta su resistencia en climas fríos. Clima frío se considera cuando la temperatura promedio es menos de 5°C en más de 3 días consecutivos, en el caso de la sierra del Perú por los meses de junio, julio, agosto donde baja hasta -3.6 °C o más.

Las condiciones de la temperatura del ambiente hacen que debamos tomar precauciones, lo que podría requerir el aislamiento de los materiales o calentando las superficies que estarían en contacto, creando micro climas controlando y evitando el congelamiento del concreto en estado plástico lo que ocasionaría agrietamientos por la retracción plásticos dando una protección al concreto ante los efectos del clima que se encuentran por debajo de 5 °C, lo que aumentaría la vida útil de la estructura.

La presente investigación busca estudiar el efecto del aditivo acelerante sobre el concreto, relacionado a su resistencia a compresión, temperatura ambiente de 0°C. Con la finalidad determinar la resistencia del concreto con diferentes dosis de aditivo acelerante.

De modo que los profesionales no pasen por alto, la influencia de la temperatura a causa del desconocimiento, poniendo en riesgo las obras ejecutadas a esta temperatura, y dando una debida solución tanto durante la elaboración de la mezcla, fraguado y curado del concreto.

## 1.2 Trabajos previos

### Antecedentes internacionales

Torres (2015), Diseño de concreto en bajas temperaturas, para la aplicación en las obras de la Estación Científica Antártica Ecuatoriana “Pedro Vicente Maldonado”, tesis para obtener el grado de magister en ingeniería de la construcción, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. Siendo el objetivo general la elaboración de un diseño de

concreto en bajas temperaturas, obteniendo una alta resistencia para posteriores construcciones civiles en la Estación Científica Ecuatoriana “Pedro Vicente Maldonado” en la Antártida. El método utilizado es la guía de investigación científica del registro de las temperaturas, las termocuplas tipo K y el termómetro electrónico (el cual es manejado para la medición de la transferencia calórica de las divisiones de los patrones actuales en la Estación PEVIMA), el agua fue calentado, mezclado con el aditivo SIKA Plastocrete 161 HE y agregados, llevando registro de lo elaborado. Concluyendo que el concreto obtuvo altas resistencia superior a 400 kg/cm<sup>2</sup> expuestos a una temperatura ambiente de 1° a 4° C, para la fabricación del concreto se utilizó agua caliente.

Montoya, Cadavid y Gómez (2009), Comportamiento mecánico y de fraguado de morteros de cemento Portland gris tipo III con aditivos. Revista de la Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia. Siendo la finalidad de estudiar la variabilidad del desempeño de los morteros con diferentes aditivos, retardante y acelerante de fraguado. Asiéndose una comparación con un mortero patrón sin aditivo. Los resultados fueron que para el aditivo retardante con una dosificación de 0.6% del peso de cemento, el tiempo de fraguado aumenta entre 550 y 600min., además de encontrarse que cuanto mayor es el tiempo de fraguado inicial el final también aumenta; para el aditivo acelerante se obtuvo que para los porcentajes 9 y 12% el tiempo de fraguado disminuye siendo el fraguado final aprox. de 150 s, siendo recomendable el 6% por el tiempo de fraguado final de 210s y no desperdiciar el aditivo.

Cecconello y Tutikian. (2012), La influencia de la baja temperatura en el desarrollo de la resistencia del concreto. El objetivo del artículo es el estudio de la influencia de la baja temperatura en el desarrollo de la resistencia del concreto, partiendo del moldeo de muestras de prueba curadas a varias temperaturas. Concluyendo que el concreto en clima frío puede ser beneficioso para su rendimiento mecánico a lo largo del tiempo, a expensas de los pasos constructivos en temperatura normal, además demostrando que cuanto más lenta es la hidratación del cemento Portland, mejor es la formación de su estructura cristalina, por lo que justifica un rendimiento superior para las piezas curadas en sus edades tempranas a bajas temperaturas.

## Antecedentes nacionales

Flores u otros (2015), Tecnología del concreto, revista digital del ACI Perú, tiene como objetivo proporcionar la revisión de los conocimientos de colocación de concreto en clima frío y su influencia en los costos de construcción y de la calidad, proponiendo estrategias para el resguardo ante climas fríos basadas en principios del concreto y prácticas de contratistas. Concluyendo que el concreto fresco puede colocarse en contacto con las barras tan frías como (-21°C) -5°F, sin dejar efectos perjudiciales. Una norma más conservadora de la práctica vendría siendo evitar la colocación de concreto fresco en las superficies más frías que (-12°C) 10°F. Esto habitualmente elimina la necesidad de calentar el acero de refuerzo y encofrado antes de la colocación, teniendo un efecto más sostenible para la utilización de concreto en clima frío

Apolinario (2017), Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivo acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco-Perú. Tiene como objetivo principal estudiar la comparación de la resistencia a compresión del concreto incorporando aditivo acelerante de fragua en las distintas ubicaciones de la zona alto andinas en la región de Huánuco. En esta investigación se utilizó el nivel Descriptivo – Experimental – Analítico y de tipo Cuantitativo. Y como conclusión obtuvo que las condiciones especiales del clima incidan a la investigación real de las condiciones de operación y empleo de los materiales del concreto, mediante los ensayos de laboratorio.

Baca y Boy (2015), Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado. Tesis para optar el título profesional de ingeniero de Materiales, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo - Perú. El objetivo principal es evaluar la influencia del tipo de aditivo acelerante, relacionado a su resistencia a compresión del concreto utilizando cemento Pacasmayo tipo ICo. En esta investigación se utilizó el nivel Descriptivo – Experimental – Analítico y de tipo Cuantitativo. Obteniendo como conclusión que el concreto con un 4% de aditivo acelerante (Sika 3) se obtuvo una resistencia de 209.3 Kg/cm<sup>2</sup> y las probetas patrón se obtuvo 164.3 Kg/cm<sup>2</sup> por lo que este primero cuenta con mejor resistencia que el aditivo (chema3) con

un porcentaje similar, siendo ambos aditivos influyen en la resistencia, pero contando con mejores resultados el sika3.

Castro (2001), Características del concreto con aditivos acelerante e incorporador de aire y C.P.T.I, fabricado en la ciudad de Huancayo, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima- Perú. Teniendo como objetivo analizar las características del concreto tanto en estado fresco como endurecido en la ciudad de Huancayo, utilizando el cemento andino tipo I, aditivo acelerante de fragua (Acceguard standard), aditivo incorporador de aire (Air mix 200). Concluyendo que se reduce el tiempo de fraguado siendo el fraguado inicial y final mínimo de 54 min y 1hh y 13min para una relación a/c de 0.50, además de tener mayor resistencia de 130%, 130.1% y 112.7% para una relación de a/c=0.45 a los 1,7,14 días en comparación a los concretos elaborados sin aditivos, pero con una disminución a los 28 y 42 días alcanzando una resistencia de 99.2% y 96.5% para una relación de a/c=0.45.

Ponce (2016), Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del cusco en concretos expuestos a climas alto andinos, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Andina del Cusco, Cusco - Perú. Tiene como objetivo determinar las características de la influencia de los acelerantes de fragua Chema y Sika en cusco para la aceleración del proceso de fragua en concretos expuestos en climas alto andinos. Utilizando una metodología de investigación de nivel descriptivo, diseño cuasi Experimental y de tipo Cuantitativo. Concluyendo que concretos con aditivos Sika 3 y Chema 5 con máxima proporción, disminuyen la resistencia a los 14 días de fraguado, a diferencia de los aditivos Sika 5 y Chema struct se obtienen un incremento progresivo a los 3, 7 y 14 días.

Torres (2004), Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto, para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú. Tiene como objetivo evaluar el efecto del aditivo acelerante 1 Plastocrete 161 FL, a base de Nitrato de Calcio, sobre el concreto en el estado fresco y endurecido. Concluyendo que el diseño de mezcla con un 5% de aditivo acelerante es el óptimo, a diferencia de lo recomendado por el fabricante (0.5-4%).

Ruiz (2008), Características del concreto fresco y Endurecido Fabricado en la ciudad de Arequipa utilizando cemento IP y aditivo incorporador de aire y acelerante de fraguado,

tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima- Perú. Teniendo como objetivo analizar las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido en la ciudad de Arequipa, utilizando aditivos recomendados para zonas altas y climas fríos. Concluye que el concreto optimo fue el elaborado con los aditivos acelerante de fragua e incorporador de aire con una dosis de 10ml/kg y 0.45ml/kg de cemento respectivamente, teniendo una mejor trabajabilidad, incremento de la temperatura del concreto en un 28% a comparación del concreto patrón , aceleración en el tiempo de fraguado inicial y final en un 22% y 23% en referencia del concreto patrón , además de incrementar a los 3 días un 9% pero teniendo una disminución conforme avanza a los 90 días con respecto al concreto patrón

### 1.3 Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1 Concreto

El concreto está compuesto por la mezcla de proporción de cemento, agua, agregados y en otros casos se adiciona aditivos como elementos activos, el cual esto permite una alteración en las propiedades del concreto, en la fase inicial se denota una estructura plástica y moldeable, llegando a la fase de endurecimiento adquiriendo propiedades aislantes y resistentes, el cual hace que sea un material adecuado para la construcción (Apolinario, 2017, p. 11).

**Figura 1. Componentes del concreto**

ADITIVO 0.1% - 0.2%
AIRE 1% - 3%
CEMENTO 7%-15%
AGUA 15%-22%
AGREGADOS 60%-75%

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia ICG

En temperaturas bajas el concreto tiene un comportamiento diferente ya que conlleva que el concreto se congele en el estado fresco, esto permite que el concreto no fraguado y el agua de la mezcla de concreto se conviertan en hielo y por ello aumentara el volumen del concreto. Luego en la fase del deshielo, el concreto empezará a fraguar y se endurecerá en estado expandido, conteniendo un gran volumen de poros y como consecuencia se tendrá una baja resistencia.

En caso de que el concreto se congele después del fraguado, antes de obtener la resistencia considerable, la expansión de la formación de hielo causa una rotura y hay una pérdida de la resistencia. Por otra parte, si el concreto adquirió su resistencia antes de congelarse, este puede soportar la presión interna generada por la formación del hielo a causa del exceso de agua en la mezcla. La cantidad es mínima porque en la etapa donde se mezcla el agua con el cemento en el proceso de hidratación, se producen pequeños poros de gel, y por lo tanto no llega a la etapa de congelamiento (Vásquez, 2015, p. 14).

### 1.3.2 Aditivos

El aditivo es un componente químico, que se emplea como ingrediente del concreto para mejorar las propiedades físicas, por lo que esta dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua y los agregados, adaptándose de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor. (Baca y Boy, 2015, p.13).

#### Aditivos Acelerantes

Los aditivos acelerantes tienen la finalidad de disminuir el tiempo del proceso de fraguado aumentando la velocidad del endurecimiento de la mezcla, con la finalidad de modificar las propiedades de la mezcla de concreto, mejorando la resistencia a una temprana edad en comparación con un concreto normal, produciéndose resistencias menores a los 28 días o más días. En el caso de climas fríos se desarrolla con mayor velocidad de calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y la resistencia de concreto.

Los aditivos se clasifican en dos grandes grupos los que contienen cloruro y sin cloruro. El aditivo que contiene cloruro de calcio es el más económico y efectivo, pero que hasta cierto límite genera corrosión en la armadura. En el caso de libre de cloruro esto es más

usado para concreto armado para elementos estructurales. El cual debe cumplir con los requerimientos de ASTM D 98. (NRMCA, 2015)

La generación de calor puede ser de manera indirecta entre el fraguado y el endurecimiento. La hidratación, proceso exotérmico, relacionado con la cantidad de hidratos nacidos.

Reacción química del aditivo en el concreto

Las reacciones del Clinker con el agua se denominan tasa de hidratación del cemento, estas pueden ser alteradas adicionando pequeñas cantidades de sustancia química en la mezcla aumentando la cantidad de hidratos dando un efecto de aceleramiento del proceso. El aditivo acelerante permite que el proceso de fraguado siga o disminuya, produciendo calor frente a una temperatura ambiente baja. (Safranez, 1970)

Los principales compuestos químicos de los acelerantes

- Hidróxidos
- Cloruros, Bromuros, Fluoruros
- Nitritos y nitratos
- Carbonatos
- Tioclanatos
- Sulfatos
- Tiosulfatos
- Percloratos
- Silicatos
- Aluminatos

Según Sika menciona que los ácidos de tiocianato de calcio o sodio ( $\text{NaSCN}$ .) son los acelerantes tempranas que no incluye cloruro y que hasta cierta dosis no produce corrosión al acero. Son sustancias que también podrían aportar ciertas cantidades de álcalis al concreto por lo que se deben usar hasta las dosis máximas recomendados por el fabricante. Como también esta sustancia tiene efecto sobre los tiempos de fraguado. Los nitritos y nitratos tienen efecto protector- inhibidor con el acero de refuerzo. Siendo aditivos multifuncionales. El  $\text{CaCl}_2$ , incrementa la velocidad de hidratación por lo que se obtiene

resistencias altas tempranas produciendo una gran liberación de calor en las primeras horas.

Ventajas del mecanismo de aceleración del fraguado

- Incrementa la concentración de calcio que permite una más rápida súper- saturación del agua con respecto al hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).
- Decrece la concentración de sulfato que permite la formación más lenta que acorta el inicio de la hidratación del C2A.

Aditivos incorporados de aire

El aditivo incorporador de aire permite que durante el mezclado se determine una cantidad de burbujas de aire de 0.025 a 0.1mm, repartiéndose de manera uniforme, permaneciendo durante el endurecimiento y después de este. El aire incorporado hace que el concreto adquiera una resistencia hacia el interperismo evitando de esta manera el deterioro por los climas fríos, heladas, ciclos de congelamiento y deshielo, por lo que se dice que la durabilidad aumenta. La cantidad de aire que se introduzca dependerá de la protección que se requiera siendo de 4% a 6% de aire en volumen ante el congelamiento y deshielo, además de esto dependerá de la marca y tipo de aditivo. (Núñez y Mamani, 2018, p.27).

Según Ruiz (2008) menciona que el empleo de aditivos incorporadores de aire es necesario en concretos expuestos a temperaturas ambientes bajo  $0^\circ\text{C}$ . En otros casos el aditivo es necesario cuando sea la única opción para lograr resultados satisfactorios. Con el fin de mejorar el comportamiento del concreto frente a los procesos de congelamiento y deshielo. Estos tipos de aditivos generan un aumento en el asentamiento lo que permite reducir el agua de mezcla y de esta manera compensar de alguna forma la pérdida originada por la inclusión de aire.

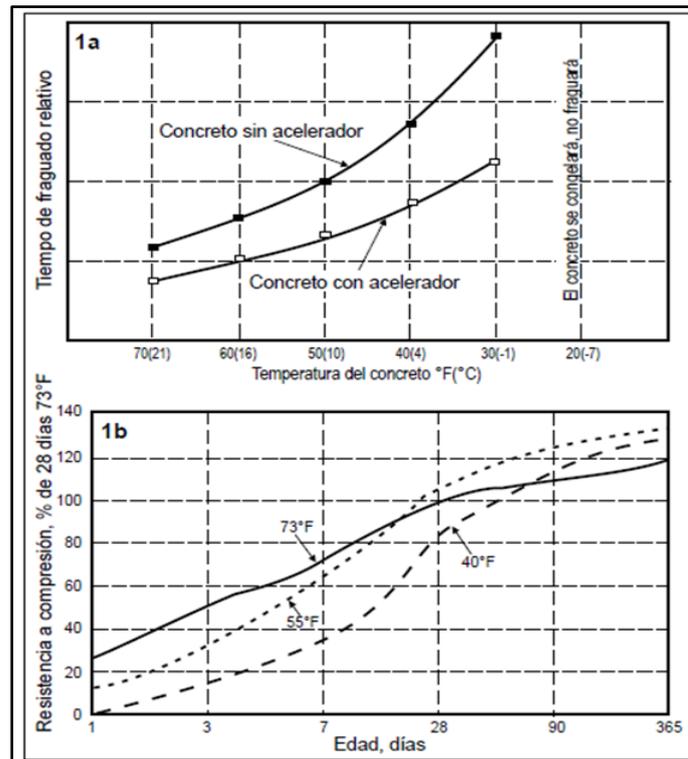
### 1.3.3 Temperatura

Para realizar el estudio del concreto es necesario tomar en cuenta las condiciones climáticas, tales como la temperatura y la humedad relativa, ya que es uno de los factores importantes que influye en las propiedades del concreto. En caso de que la temperatura es de extremadamente bajo el concreto llega a un estado de congelamiento el cual tiene como

consecuencia que la resistencia disminuya más de un 50% y consigo mismo afecte a la durabilidad de la estructura.

Es por ello que el National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA) dice que una baja temperatura del concreto tiene un mayor ritmo de hidratación del cemento, lo que da como resultado un tiempo de fraguado y una resistencia más lenta. Si en caso de que la temperatura baje del concreto de 10°C aproximadamente, el tiempo de fraguado se duplicara.

**Figura 2.** Efecto de la temperatura sobre el tiempo de fraguado (1°) y la resistencia (1b) del concreto.



Fuente: Norma Blady Mexic Concrete Association

Según Torres (2015) menciona que “cuando se realiza el colado del concreto en climas fríos, tiene que tener un control de la temperatura interna del concreto, teniendo en cuenta la magnitud del elemento estructural, ya que, si son menores de 300mm, la temperatura mínima debe ser 13°C, en cambio si el tamaño esta entre 300mm a 900mm, la temperatura mínima del concreto deberá ser de 10°C” (p.11). Cada vez que se vacié el concreto se debe llevar un control de la temperatura ya que es uno de los factores influyentes para la resistencia y trabajabilidad del concreto.

Para obtener un correcto vaciado en clima frío se deben realizar ciertas condiciones. El cual se debe evitar que concreto no llegue al congelamiento y no debe sobrecalentarse con medios artificiales para protegerlos del frío, por ello se debe tomar en cuenta las condiciones adecuadas que se debe realizar en el curado con la finalidad de mantener durante el periodo de protección asegurando que la humedad del cemento se hidrate a una temperatura satisfactoriamente de 10°C. (Milton, 1960) Traducido por Lariviere.

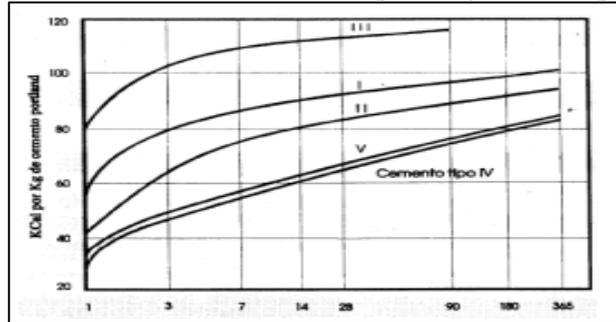
#### 1.3.4 Calor de hidratación

La hidratación del cemento es una reacción química el cual genera calor, el proceso es acelerado en el periodo de fraguado y parte del estado sólido disminuyendo progresivamente hasta estabilizarse. Siendo así que los 3 primeros días se da el 50% del calor y el 80% llegando a los 7 días. (Sánchez et al, 2000). Además, que con una menor relación de agua/cemento se obtiene mayor calor de hidratación. Las temperaturas bajas generan bajo calor de hidratación, teniendo como consecuencia un lento fraguado y resistencia. Por otro lado, los aditivos que aceleran la hidratación, a la vez acelera la liberación del calor.

El calor de hidratación se calcula mediante el método del calorímetro de langavant, el cual consiste en cuantificar el calor generado por la hidratación del cemento, manipulando como calorímetro un vaso de dejar, siendo más precisos, una botella térmica aislante. Poniendo al cemento como mortero el cual es introducido en dicha botella. Comparando la temperatura desarrollada durante la hidratación del mortero y el mortero inerte, bajo la normativa española (Miretzky, 1946).

La generación del calor es producida por la hidratación del cemento, la cantidad que genera calor dependerá principalmente de la composición química del cemento, el aluminato tricalcico (C3A) y el silicato tricalcico (C3S), estas dos composiciones químicas son que mayor aportan calor, la cantidad y la velocidad de calor generado es diferente para cada tipo de cemento. (Gutiérrez, 2017).

**Figura 3.** Curvas típicas de calor de hidratación para diferentes tipos de cementos



Fuente: ACI 207.2R

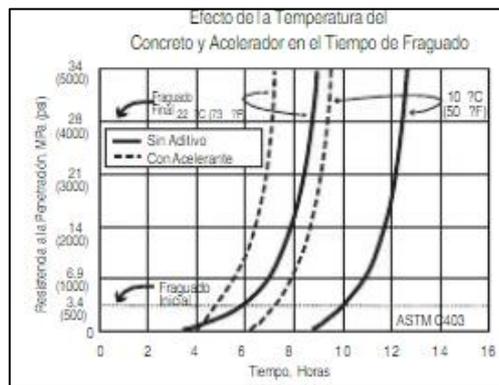
### Relación de agua/ cemento

Asimismo, Abrams (1918) menciona en su ley que cada vez que se realiza una mezcla de concreto ya sea laborable y que los agregados sean los adecuados, la resistencia, impermeabilidad y otras propiedades del concreto, para las condiciones dadas de manufactura y curado, esto debe estar dado por una relación de agua y cemento. La cantidad de agua para la mezcla está relacionada según el tamaño y graduación de los agregados, la cantidad del cemento y la resistencia del concreto (p.133). Se tiene que realizar un adecuado diseño de mezcla tomando en cuenta la cantidad de agua y cemento que se va a utilizar, ya que estos elementos están relacionados con el calor de hidratación, el cual dependiendo la relación de agua y cemento se podrá tener una resistencia mayor del concreto y durabilidad de la estructura.

### Tiempo de fraguado

La velocidad del fraguado y el endurecimiento del concreto dependerán de la temperatura de la zona. En caso de temperaturas bajas el concreto se va a fraguar y endurecer con mayor lentitud que en caso de una temperatura normal. En temperaturas ligeramente inferiores de 10°C, puede ocasionar un retraso considerable en el fraguado, y caso en temperaturas inferiores al punto puede ser nula (Meyer, p.2). Es importante tener en cuenta la relación que tiene el tiempo de fraguado con la temperatura, ya que la influencia de la temperatura depende de la dosificación del concreto y de las dimensiones de los elementos estructurales.

**Figura 4.** Efecto de la temperatura del concreto y acelerante sobre el tiempo de fragua



Fuente: BASF The Chemical Company

### 1.3.5 Resistencia a compresión

Según Abanto, 1994, como se citó en López y Mamani, 2017, p. 71-72). La resistencia es una de las propiedades físico – mecánicas del concreto, siendo esta la capacidad para soportar las cargas y esfuerzos. Se mide mediante ensayos que cuantifican la cantidad de carga máxima que se tiene para una unidad de área antes de que esta pueda fallar por compresión  $F'c = P/A$  (kg/cm<sup>2</sup>).

La resistencia del concreto depende de varios factores como la temperatura, el calor de hidratación, del diseño de mezcla como también del tiempo de fraguado u otros factores. Como también la resistencia a compresión del concreto dependerá de la relación de agua y cemento incluyendo la humedad de los agregados. Si en caso de que la relación de agua/cemento aumente la resistencia a la compresión va a reducir, asimismo pasara inversamente en caso de que la relación de agua y cemento es baja.

### 1.4 Formulación del problema

#### 1.4.1 Problema general

¿Cómo afecta las diferentes dosis de aditivo acelerante sobre concreto, relacionado a su resistencia a una temperatura ambiente a 0°C?

#### 1.4.2 Problemas específicos

PE1: ¿Cómo afecta el aditivo acelerante durante el tiempo fraguado a una temperatura ambiente de 0°C?

PE2: ¿Cómo afecta el aditivo acelerante en la temperatura del concreto durante el tiempo fraguado a una temperatura ambiente de 0°C?

### 1.5 Justificación del estudio

El clima es una de las causas que influye en la selección de los materiales adecuados, los agregados, cemento y aditivo, ya que no es lo mismo construir en una zona de clima tropical que en zona de clima frío, además de intervenir en las propiedades del concreto, desde el estado plástico al estado sólido.

Donde el calor de hidratación se desarrolla durante el periodo del fraguado y el endurecimiento, siendo afectado en climas frío puesto que la hidratación se da de forma lenta, haciendo el fraguado lento y la resistencia de concreto baja. Por ello el uso del aditivo acelerador de fragua hacen que reduzca el tiempo y que llegue a la resistencia según el diseño del concreto evitando el congelamiento y el deshielo.

Por lo tanto, en el presente trabajo de investigación se pretende estudiar el efecto del aditivo acelerante sobre el concreto, relacionado a su resistencia a compresión a una temperatura ambiente de 0°C. Elaborando el diseño de mezcla con aditivo acelerante Chema 3 en diferentes proporciones el cual será el mínimo, media y máxima recomendadas por el fabricante siendo comparados con la mezcla de concreto sin aditivo con el mismo diseño de mezcla. Paralelamente realizar el ensayo de tiempo de fraguado y la temperatura del concreto. Con la finalidad de que este estudio garantice que el concreto, independientemente de la temperatura de congelación, sea durable y resistente teniendo en cuenta la estabilidad y economía.

Se brindaría un beneficio social y de la construcción ya que se estaría contribuyendo con el conocimiento y aplicación del aditivo a emplearse en la sierra del Perú. Además, permitiendo tener un mayor criterio, beneficio y utilización al respecto con un eficiente rendimiento del concreto.

Para este proyecto se tiene que tomar en cuenta factores importantes para la realización de la investigación, uno de los factores es la economía tanto por los materiales a utilizar y los ensayos que se requiera.

## 1.6 Hipótesis

### 1.6.1 Hipótesis general

El aditivo acelerante afecta positivamente en la resistencia del concreto a una temperatura ambiente de 0°C.

### 1.6.2 Hipótesis específicas

HE1: El aditivo acelerante reduce el tiempo de fraguado a una temperatura ambiente de 0°C.

HE2: El aditivo acelerante aumenta la temperatura durante el tiempo fraguado a una temperatura ambiente de 0°C.

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1 Objetivo general

Determinar la resistencia a compresión del concreto con diferente dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C.

### 1.7.2 Objetivos específicos

OE1: Determinar el tiempo fraguado del concreto con diferentes proporciones aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C.

OE2: Determinar la temperatura del concreto con diferentes proporciones de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C.

## **II. MÉTODO**

### 2.1 Tipo y Diseño de Investigación

#### 2.1.1 Tipo

La presente investigación es de tipo aplicada, esta permite resolver objetivamente los problemas establecidos en el trabajo de investigación u otras actividades humanas con la finalidad de crear nuevas tecnologías a partir de los conocimientos obtenidos a través de la investigación y como resultado, el cual estos pueden ser aplicados, especialmente en las especialidades de infraestructuras, comunicacional, servicios, etc. (Ñaupas et al, 2014, p. 93).

#### 2.1.2 Enfoque

La presente investigación cuenta con un método de enfoque cuantitativo. El cual es secuencial y probatorio. En donde cada paso antecede al otro y no se puede saltar o excluir alguno. Con un orden riguroso, aunque se podría redefinir alguna etapa. Además de utilizar la recolección de datos para la validación de la hipótesis con bases numéricas y estudio estadístico, con la finalidad de constituir un patrón de comportamientos y justificar la teoría (Hernández et al, 2014, p. 4)

#### 2.1.3 Diseño

La investigación se basa en un diseño experimental, es decir, son estudios que se manipulan intervenciones, por lo que un investigador pretende implantar una situación y explicar los posibles efectos que se producen en las variables dependientes, es por ello que es necesario analizar las variables independientes como dependientes (Hernández et al, 2014.p. 129).

#### 2.1.4 Nivel

El nivel de la presente investigación es correlacional, puesto que se asocian las variables por medio de un patrón predecible, siendo la finalidad reconocer el grado de relación entre dos o más variables en un determinado contexto, cuantificando y analizando la vinculación la cual podría ser negativa o positiva (Hernández et al, 2014, p. 93).

## 2.2 Operacionalización de Variables

### 2.2.1 Variables

Se analizan las siguientes variables:

Variable independiente:

Aditivo acelerante

El aditivo es un componente químico, que se emplea como ingrediente del concreto para mejorar las propiedades físicas, por lo que esta dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua y los agregados, adaptándose de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor. (Baca y Boy, 2015).

Variable dependiente:

Resistencia a la comprensión

Según Abanto, 1994, como se citó en López y Mamani, 2017, p. 71-72). La resistencia es una de las propiedades físico – mecánicas del concreto, siendo esta la capacidad para soportar las cargas y esfuerzos. Se mide mediante ensayos que cuantifican la cantidad de carga máxima que se tiene para una unidad de área antes de que esta pueda fallar por comprensión  $F'c = P/A$  (kg/cm<sup>2</sup>).

### 2.2.2 Operacionalización

Se indica la forma en que se van a medir las variables. Identificando los elementos y los datos empíricos que contribuye dentro de la investigación. Las Operacionalización de las variables se muestran en el siguiente cuadro.

**Tabla 1. Matriz de Operacionalización**

<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN</b>				
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONALIZACIÓN</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Aditivo acelerante	El aditivo es un componente químico, que se emplea como ingrediente del concreto para mejorar las propiedades físicas, por lo que esta dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua y los agregados, adaptándose de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor. (Baca y Boy, 2015)	Para determinar la proporción adecuada del aditivo, esto dependerá de la temperatura del concreto.	Libre de cloruro	1.2%
				2.6%
				4%
Resistencia a la comprensión	Según Abanto, 1994, como se citó en López y Mamani, 2017, p. 71-72). La resistencia es una de la propiedades físico – mecánicas del concreto, siendo esta la capacidad para soportar las cargas y esfuerzos. Se mide mediante ensayos que cuantifican la cantidad de carga máxima que se tiene para una unidad de área antes de que esta pueda fallar por comprensión $F'c= P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> ).	Para calcular la resistencia se deberá hacer los ensayos de probetas y se realizara las roturas en cada 3 días- 7 días- 28 días	Tiempo de fraguado	Fraguado inicial
				Fraguado final
			Temperatura de concreto	Alta
				Media
				Baja

## 2.3 Población, muestra y muestreo

### 2.3.1 Población

Según Hernández et al. Menciona que la población vendría a ser el conjunto de todos los sucesos que se conforman a través de determinadas especificaciones, siendo delimitadas por sus características, lugar y tiempo. (p.174)

Siendo de esta forma nuestra población los diseños de mezclas de concreto incorporando aditivo incorporador de aire y acelerante de fragua elaboradas en el laboratorio.

- Tipo de aditivo: Aditivo acelerante para concreto armado Chema 3.
- Espacial: En la presente investigación se realizarán las probetas a una temperatura ambiental de 0°C.

### 2.3.2 Muestra

La muestra viene ser un subgrupo de la población que se va a realizar en la investigación, cuya finalidad es recolectar datos y debe ser representativo de la población. Por ello el investigador debe estudiar las características obteniendo resultados en la muestra e inferir a la población. (Hernández et al., 2014).

La muestra será las cantidades probetas de concreto que se va a realizar sin y con diferentes proporciones de aditivos a una temperatura ambiente de 0°C, donde se realizara los ensayos para 3, 7 y 28 días de prueba.

La muestra está conformada por:

- Diseños de mezcla con un  $f'c=310$  kg/cm<sup>2</sup>.
- Porcentajes de aditivos de 1.2%, 2.6%, 4%, por kilogramo de cemento
- Rotura a los 3, 7, 28 días NTP 339.034-2008

### 2.3.3 Técnica de muestreo

Es no probabilístico o también llamada muestra dirigida es para el uso de estudio que requieran de una elección más controlada con características específicas, y al criterio del investigador (Hernández et al, 2014, p. 190)

Según la norma E. 060 menciona que cuando no se presente registros de ensayos realizados para la desviación estándar (Ss), se debe tener en cuenta las condiciones y cumplir la resistencia promedio.

**Tabla 2.** Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una  $S_s$  de la muestra.

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,5$
$f'c \geq 35$	$f'cr = 1,1 f'c + 5,0$

Fuente: Norma E. O60

**Tabla 3.** Cantidad de probetas para realizar los ensayos

PATRÓN	ROTURAS			CANTIDAD
	3 días	7 días	28 días	
FC= 310KG/CM2	3	3	3	9
<b>CON ADITIVO</b>	<b>3 días</b>	<b>7 días</b>	<b>28 días</b>	
1.2%	3	3	3	9
2.6%	3	3	3	9
4%	3	3	3	9
<b>TOTAL DE PROBETAS</b>				36

Fuente: Elaboración propia

Para la investigación se realizará como muestra 36 probetas agrupados a una temperatura de 0°C, por diferentes porcentajes de aditivo y edad de ensayo. Para que el tamaño de muestra sea aceptable deben cumplir con las condiciones ya mencionadas. Se utilizará una resistencia promedio requerida a la compresión de  $f'cr = 39.5 \text{MPa}$ .

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

### 2.4.1 Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos es donde se elabora un plan donde se detallan los procedimientos el cual nos lleva a recolectar datos asociados a los conceptos o variables a estudiar teniendo un propósito en específico (Hernández et al, 2014, p. 198).

La técnica de recolección de datos para el presente proyecto de investigación se utilizó el análisis documental de tablas, proporciones y procedimientos establecidos en las normas.

#### 2.4.2 Instrumentos de investigación

Un instrumento es un medio material como los recursos o formatos con la finalidad de obtener datos y registrar información, siendo estos recuperables, procesados, analizados e interpretados posteriormente. (Arias, 2012)

Serán pruebas estandarizadas de acuerdo a las normas técnicas del Perú y el ASTM, según los procedimientos impuestos para la realización de ensayos de concreto en estado fresco y endurecido. Por lo que los instrumentos de medición como el termómetro ambiental y equipos utilizados para poder medir tanto las propiedades en el estado plástico como de endurecimiento. Mediante ficha técnicas para su respectivo registro según los parámetros.

#### 2.5 Procedimiento

Para este proyecto se realizará un plan de investigación de las actividades que se va ejecutar durante la elaboración, estas son:

Materiales utilizados en la elaboración

##### 1. Agregados

En esta investigación se utiliza la cantera de Jicamarca, perteneciente a Unicon, puesto que el material cuenta con los porcentajes según la norma técnica peruana NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, el cual cuenta con las características para el concreto que se requiere.

- Ensayo de análisis granulometría para agregado

El método requiere de una muestra la cual debe estar de acuerdo a la NTP 400.010, el tamaño de la muestra, luego se pasa mezclar y reducir a la cantidad que se requiera para el ensayo de acuerdo con la norma ASTM C 702. Luego seguir con el método de acuerdo a NTP 400.012 La muestra seca y conocida la masa, para ser separada a través de tamices que descienden progresivamente en la abertura de estos, para luego determinar el tamaño y la distribución.

##### 2. Cemento Portland

El Cemento es un producto de la pulverización del Clinker con la adición de sulfato de calcio que al humedecer con agua configura una pasta apta de endurecer aun en el agua, como al aire libre. Al tener contacto con el agua este genera un calor hacia el exterior

denominado calor de hidratación produciendo reacción exotérmica, cuya velocidad de reacción depende de la finura del cemento al contrario siendo proporcional al tiempo, al inicio el proceso es rápido y va disminuyendo durante el transcurso del tiempo.

Para la elaboración de los ensayos del presente trabajo de investigación se utilizará el “cemento portland tipo I Andino”, ya que es el más utilizado en el centro del Perú de uso común. Ficha técnica en anexos.

#### Propiedades físicas

Es importante tener en cuenta las propiedades físicas de los cementos, con el objetivo para la aceptación del material y para pronosticar su comportamiento.

##### A) Peso específico. -

Es la relación que existe entre la masa y el volumen unitario de un material. El Cemento Portland Tipo I “ANDINO” tiene un peso específico de 3.12 gr/cm<sup>3</sup>.

##### B) Finura. -

La hidratación del cemento dependerá de la finura del cemento, al tener mayor finura este producirá mayor calor de hidratación e inversamente, pero por otro lado una mayor finura genera mayor costo y da lugares a grandes volúmenes en la mezcla. El Cemento Portland Tipo I “ANDINO” tiene una superficie específica de 3300 cm<sup>2</sup>/gr.

##### C) Tiempo de fraguado del cemento. -

Es el proceso de endurecimiento de la pasta del cemento. La fragua inicial y la fragua final del Cemento Portland Tipo I “ANDINO” es lo siguiente:

**Tabla 4.** *Tiempo de fraguado del Cemento Portland Tipo I “ANDINO”*

MÉTODO DE VICAT	
FAGUADO	TIEMPO (Hr: Min)
INICIAL	02h: 50´
FINAL	03h: 45´

Fuente: Unacem

##### D) Estabilidad de volumen. -

Esta propiedad física permite controlar la carencia de agentes expansivos en el cemento, como la cal libre, magnesia libre o sulfato de calcio. El Cemento Portland Tipo I “ANDINO” tiene una expansión de 0.02%.

E) Contenido de aire. -

Es el aire atrapado de la mezcla, esta es medida en porcentaje y se realiza el ensayo en morteros. El Cemento Portland Tipo I “ANDINO” tiene un contenido de aire de 6.50%.

F) Calor de hidratación. -

Es una reacción exotérmica, producida por la combinación del cemento con el agua, al cual se le denomina a la cantidad de calor en calorías por gramo de cemento. El Cemento Portland Tipo I “ANDINO” presenta las siguientes características

**Tabla 5.** *Calor de hidratación del Cemento Portland Tipo I “ANDINO”*

CALOR DE HIDRATACIÓN	
NÚMERO DE DÍAS	(cal/g)
7	64.93
28	80.10

Fuente: Unacem

### 3. Agua

Elemento utilizado para la elaboración del concreto es proveniente de Sedapal encargado de la distribución y servicio del consumo potable en la ciudad de lima, según la norma E.060 deberá ser de potable tanto en la preparación y curado.

### 4. Aditivo

Haciendo uso del aditivo Chema 3 con un menor porcentaje de ion cloruro, siendo aditivos aceleradores para concreto armado. Los porcentajes que se maneja es de 1.2%, 2.6% y 4% dosificación recomendada por la ficha técnica (ver anexos).

Para el patrón se le adiciono el aditivo incorporador de aire, Chema Entrampaire, se utilizará en un 0.15% del peso de cemento siendo la dosis media, puesto que lo recomendado en la ficha técnica es de 0.01% a 0.25% de peso de cemento.

Diseño de concreto

Método ACI para diseño de mezclas

El diseño de mezcla cuenta con una secuencia y procesos para tener las características de materiales adecuados para obtener una buena mezcla para el elemento y con los criterios que se está diseñado, de acuerdo a la metodología del ACI.

Resumen del desarrollo del método:

- a) Selección de la resistencia promedio.

**Tabla 6. Resistencia promedio**

<b>F'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>F'cr</b>
< 210	F'c + 70
entre 210 y 350	F'c + 85
> 350	F'c + 98

Fuente: Confeccionada por el comité 211 del ACI

- b) Selección del tamaño máximo nominal de agregados finos.  
c) Selección del asentamiento (slump).

**Tabla 7. Asentamiento recomendado**

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimientos armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras	3"	1"
Vigas y muros armados	3"	1"
Columnas de edificación	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Confeccionada por el comité 211 del ACI

- d) Selección del volumen unitario de agua  
e) Selección de Contenido de aire

**Tabla 8. Volumen unitario de agua**

f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	concretos sin aire incorporado	concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.63	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Confeccionada por el comité 211 del ACI

f) Selección de la relación agua /cemento

**Tabla 9. Relación agua /cemento por resistencia**

tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compacto por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. (b/bo)			
	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: Confeccionada por el comité 211 del ACI

g) Determinación del cemento.

Factor cemento = volumen unitario/ la relación de agua- cemento

h) Determinación del agregado (tablas).

**Tabla 10.** *Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

		Agua en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso y consistencia indicada.						
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	....
concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	....

Fuente: Confeccionada por el comité 211 del ACI

i) Determinación de los volúmenes absolutos de sus componentes.

Volumen \* peso específico = volumen absoluto

j) Determinación del peso seco del agregado fino.

Volumen absoluto del agregado fino = 1- suma de volúmenes conocidos

Peso del agregado fino = volumen absoluto del agregado fino x el peso solido

k) Determinación de los valores de proporciones de sus componentes y su

Correspondiente corrección.

Resumen del diseño de mezcla del concreto patrón

**Tabla 11.** Cantidad de material por m<sup>3</sup> de concreto.

<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD DEL DISEÑO POR M3 DE CONCRETO</b>
Cemento	490 kg
Arena	761 kg
Piedra	814 kg
Agua	221 L
Incorporador de Aire, Chema Entrampaire.	735.6 g

Fuente: Elaboración propia

Cantidad de aditivo acelerante para el diseño por m<sup>3</sup> de concreto

**Tabla 12.** Cantidad de aditivo acelerante por m<sup>3</sup> de concreto.

<b>% DE ADITIVO ACELERANTE (CHEMA 3)</b>	<b>CANTIDAD DEL DISEÑO POR M3 DE CONCRETO</b>
1.2%	588.5 g.
2.6%	1275 g.
4%	1961.6 g.

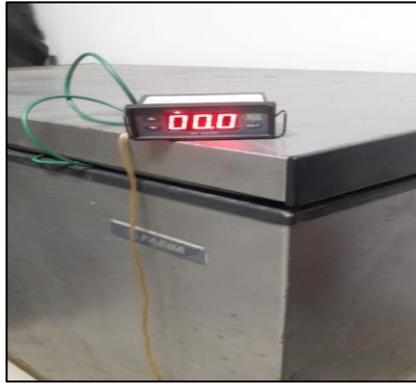
Fuente: Elaboración propia

Equipos utilizados

a) Congeladora controlada a 0°C

Se simuló el clima a una temperatura ambiente de 0°C, mediante el uso de una congeladora tratando de asemejar la realidad, colocando las briquetas de concreto en congeladora con y sin los moldes. Capacidad 200 litros de marca FAEDA.

**Figura 5. Congeladora y control de temperatura**



Fuente: elaboración propia

b) Controlador de temperatura

La congeladora ha sido monitoreada con la ayuda de un controlador digital de temperatura, de manera que se pueda tener un mayor control sobre la temperatura. Se controló dentro de la manta térmica y fuera. Siendo de 10°C y 0°C respectivamente

**Figura 6. Control de temperatura**



Fuente: elaboración propia

c) Moldes para probetas de concretos

Los moldes utilizados para la elaboración de las briquetas cuentan con dimensiones de 4” de diámetro y 8” de altura, teniendo en cuenta el espacio de la congeladora, además de se manejó y manipulación para el curado. Contando la cantidad de 36 probetas, siendo esta el total de la muestra a elaborarse.

**Figura 7. Probetas de concreto recién elaborada**



Fuente: elaboración propia

d) Prensa a compresión

La prensa a compresión es la maquina donde se ensayan las probetas de concreto en estado endurecido. De manera que se pueda obtener su resistencia a compresión después del curado y en las edades de 3, 7 y 28.

*Figura 8. Prensa a compresión*



Fuente: elaboración propia

e) Mezcladora de concreto

Para la elaboración de concreto se utilizó una mezcladora de concreto teniendo la capacidad de 12 muestras, para el patrón y la mezcla con las 3 dosis de aditivo acelerante.

*Figura 9. Mezcladora de concreto*



Fuente: elaboración propia

Elaboración de las probetas de concreto

La elaboración de muestras de concreto, en 4 grupos conforme al concreto patrón y las dosis de aditivo acelerante, todas las muestras tendrán 0.15% de incorporador de aire (Chema entrampaire), siendo 3 muestras para cada edad de concreto siendo a los 3, 7 y 14 días, por lo que se obtuvieron un total de 36 probetas de concreto. Fabricadas el mismo día ya que la congeladora cuenta con la capacidad de almacenar todas, siendo vaciadas en

moldes plásticos cilíndricos de dimensiones de 4"x 8". Además de estar protegidas con una manta de curado z.

a) Dosis de los materiales

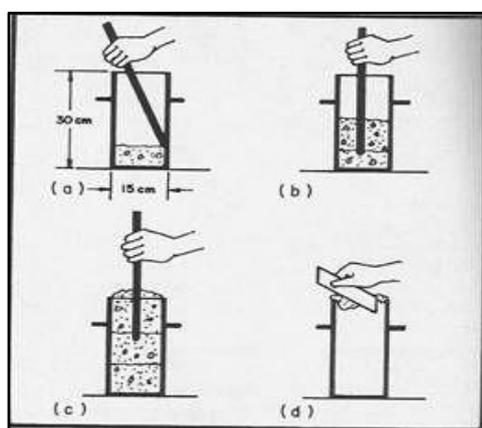
La cantidad de los materiales se midieron al inicio de cada grupo de muestra, se dosificaron en peso con una balanza con capacidad de 30000 g. para evitar errores volumétricos por la variación del envase.

b) Mezclado y colocación del concreto en los moldes

Con anterioridad al mezclado se procedió a humedecer los moldes, el cono de abrams, la mezcladora y todas las herramientas q se requieran de manera que se pueda evitar la pérdida de humedad de la mezcla de concreto. La mezcla se realizó a temperatura ambiente de 20°C.

Primero se debe verificar que los equipos estén aptos para realizar el ensayo, por lo que el molde de acero de 4x10 pulgadas debe estar colocado en una superficie rígida, nivelada y libre de vibraciones, antes de colocar el concreto en el molde, estos deben estar cubiertos de aceite mineral con la finalidad de facilitar el desencofrado. Luego se coloca el concreto en el molde asegurando la correcta distribución del concreto. El cual se llena el concreto en tres capas con el mismo volumen. En cada capa se debe compactar con 25 penetraciones con una varilla lisa de diámetro 5/8" y 60 cm de largo, repartiendo uniformemente de manera espiral y terminando en el eje. En las capas superiores se compacta introduciendo no más de 1" en la capa inferior. Posteriormente se debe golpear a los lados del molde de 10 a 15 veces con el mazo de goma siendo la finalidad de expulsar aire que se puedan encontrar dentro del concreto. Finalmente se debe identificar las probetas con la información respecto a la fecha y el F'c.

**Figura 10.** Procedimiento de elaboración de probetas de concreto



Fuente: Norma ASTM C-31

Tomando en cuenta que según el ACI 306-R la colocación del concreto en climas fríos, la temperatura del concreto en estado fresco no debe ser alta evitando de esta forma el choque térmico.

Finalizando el fraguado se procede a desmoldar las muestras, teniendo en cuenta que el curado se realizó con la manta de curado z durante y después del fraguado dentro de la congeladora.

c) Ensayos de laboratorio de concreto fresco

1. Slump

La medición del asentamiento (slump). El cual se realiza con la ayuda del cono de abhams en el que se vacía el concreto fresco y se desmolda midiendo el asentamiento el cual se encuentra dentro del rango de 3” a 4” teniendo una consistencia plástica.

2. Tiempo de fraguado

Al realizar el ensayo se debe respetar los estándares de la norma técnica peruana 334.006, este ensayo tiene la finalidad establecer el tiempo de proceso que el concreto se demora en llegar a la fase de endurecimiento y obtener la resistencia adecuada. La medida del tiempo inicial y final del fraguado debe ser continua, por ello es necesario saber el comportamiento del cemento en condiciones climáticas como en tiempos fríos o en tiempos cálidos.

Para la determinación del tiempo de fraguado existen equipos automáticos especializados, pero para realizar el proyecto se utilizará el método de la aguja de Vicat, el cual es el procedimiento más utilizado.

**Tabla 13.** Clasificación de tipo de fraguado de acuerdo a su tiempo de fraguado inicial

<b>TIPO DE FRAGUADO</b>	<b>PRINCIPIO DE FRAGUADO</b>
Rápido	< 8 min
Semilento	8 a 30 min
Lento (Cemento Corriente)	30 min a 6 hrs
Muy Lento	> 6 hrs

Fuente : NTP 334.006

El tiempo de fraguado del concreto es afectado por los siguientes factores:

- Cambios ante la dosificación del concreto

- Temperatura ambiente
- Cantidad del cemento
- Temperatura del concreto
- Relación de agua / cemento
- Uso de aditivos

La temperatura ambiental es un factor muy importante, en el caso de que la temperatura es baja el tiempo de fraguado es mayor y viceversa. A continuación, se presenta la tabla de los tiempos de fraguado inicial y final respecto a la temperatura ambiente.

**Tabla 14.** *Variación del tiempo del fraguado respecto a la temperatura del ambiente*

TEMPERATURA °C	5	20	50
Inicio de fraguado (hrs)	8	3	1
Fin de fraguado (hrs)	15	6	2

Fuente: NTP 334.006

➤ Ensayo de tiempo de fraguado

El método de ensayo de tiempo de fraguado por mezcla mediante la penetración, el cual puede mostrar la información, el tiempo de fraguado tanto inicial como final en base a la velocidad del proceso de endurecimiento, esto es realizado mediante agujas de resistencia de penetración. Siendo parecido al realizado con aguja de vicat.

Procedimiento

Para la medición del tiempo de fraguado, el concreto que se utilizara debe estar tamizado por el tamiz No. 4., en estado fresco. Luego se procede a penetración periódica de una aguja de punta plana registrándose el tiempo desde el mezclado, siendo registrado cada media hora, representado mediante un gráfico de penetración vs tiempo.

3. Temperatura del concreto

En el presente proyecto se realizará el ensayo de temperatura del concreto con la finalidad de verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados y dar un adecuado curado.

La temperatura del concreto depende de la contribución calorífica de los componentes, estos factores son el calor de la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente.

Para determinar la temperatura del concreto se deberá cumplir los estándares de las normas NTP 339.184 y ASTM C 1064.

➤ Ensayo de temperatura de concreto

Para la medida de la temperatura del concreto se utiliza un termómetro de aguja o electrónico, de 50 +/- 0.5 °C que pueda intersectar 3” en el concreto; antes de colocar el termómetro verificar que en el molde debe tener un recubrimiento mínimo de 3 veces el tamaño del agregado o 75mm alrededor del molde, luego insertar el termómetro en el concreto con una inclinación, después de 2 min tomar lectura o hasta que se estabilice.

**Tabla15.** *Criterios de aceptación para la temperatura de concreto*

Descripción		Criterio de Aceptación				
		ASTM C 94/C 94M-07 - NTP 339.114				
Clima frio	Temp.	Sección mm	< 300	300 - 900	900 – 1800	> 1800
	Mínima	°C	13	10	7	5
	Temp. Máxima	32 ° C				
Clima cálido	T= más baja posible. Si t= 32° C se puede encontrar dificultades					

Fuente: ASTM C 94/C 94M-07 - NTP 339.114

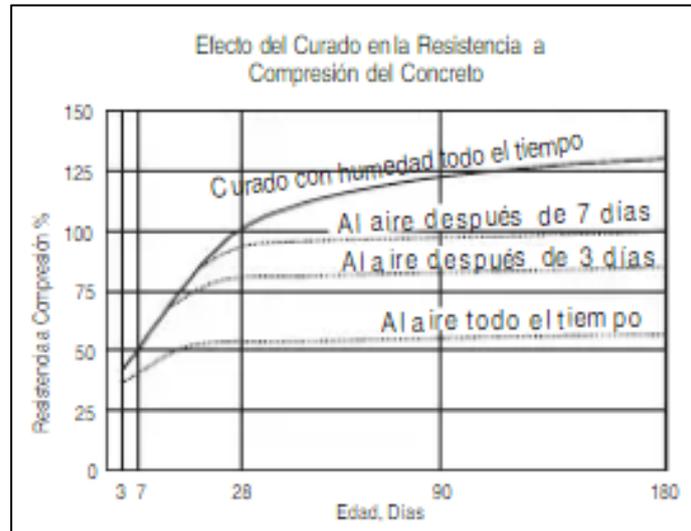
d) Curado del concreto endurecido

Es el proceso para mantener la temperatura y la humedad después de haber colocado el concreto, para asegurar la hidratación satisfactoria de los materiales cementales adquiriendo la resistencia propia del concreto. Por ello en temperaturas bajas, el concreto debe mantenerse a una temperatura de 10 °C durante el periodo del curado dentro de las 24 horas.

Para temperaturas bajas el curado más recomendable es el aislamiento completo o encerramiento del concreto fresco, con calefactores en el interior del recinto.

Para el curado húmedo, la temperatura debe mantenerse de tal manera que el agua no llegue a congelarse ni sea tan baja para así evitar el choque térmico con el concreto en tiempo de fraguado.

**Figura 11.** Efecto del curado del concreto en la resistencia



Fuente: PCA, Design and Control of Concrete Mixtures. 2008

Para el proceso del curado del presente proyecto se utilizará mantas terminas o coberturas térmicas, siendo empleadas como un aislamiento adecuado en la superficie superior, estas coberturas que serán colocadas directamente sobre el concreto colado, tienen como finalidad el mantenimiento de una hidratación uniforme y duradera durante el proceso de fraguado del concreto, previniendo de las heladas. (Rico, 2973, p. 93).

La manta térmica, esta geo compuesta con polipropileno con un interior absorbente que asegura un ambiente controlado y uniforme durante el curado del concreto, manteniendo la humedad por largo tiempo y como obtener protección de aislamiento térmico ante las variaciones de la temperatura bajas en el día y la noche especialmente en las heladas.

Luego del vaciado de las probetas de concreto, se procedió acomodar la manta de curado rociada con agua hervida durante el tiempo de curado, en la congeladora y envolver las probetas de concreto en estado fresco, al día siguiente se sacó las probetas y se desencofro, de esta manera dejando nuevamente envueltas con la manta de curado rociada para luego hacer el ensayo a las edades de 3,7y 28 días.

**Figura 12.** Curado de concreto, estado fresco



Fuente: elaboración propia

**Figura 13.** Curado de concreto, estado endurecido



Fuente: elaboración propia

e) Ensayo en estado endurecido

Cuando el concreto ha fraguado, se inicia el proceso de endurecimiento, lo cual el concreto adquiere las propiedades mecánicas, obteniendo resistencia y adherencia del concreto.

Para la presente investigación se realizarán los ensayos en las siguientes edades 3 días, 7 días y 28 días. Siendo el propósito, obtener el resultado de la resistencia del concreto con aditivo acelerante en el intervalo de temperatura de 0°C.

➤ Ensayo de resistencia a la compresión.

Es la resistencia mecánica el cual es importante en el estudio del concreto con la finalidad de evaluar el cumplimiento del concreto verificando la resistencia final  $f'c$ .

Por ello la resistencia a compresión de las probetas se determina con la siguiente formula:

$$Rc = \frac{G}{A}$$

Dónde:

Rc: Resistencia de rotura (kg/cm<sup>2</sup>)

G: Carga de rotura (kg)

A: Área del cilindro (cm<sup>2</sup>)

Para este ensayo se respetó los estándares de la norma ASTM C109, por lo que se realiza cilindros a compresión.

#### 2.4.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos

Según Hernández la confiabilidad es el grado con que un instrumento produzca resultados sólidos y coherentes, la validez es el grado con que el instrumento a utilizar mida en forma verídica la variable que se busca evaluar. (Pág. 200)

Por lo que en la presente investigación se hará uso de maquina como la compresora axial electro hidráulica estableciendo la resistencia a la compresión, además del software de Excel para los resultados a determinar.

#### 2.5 Método de análisis de datos

Para poder analizar la hipótesis y contrastación se realizará mediante el método ANOVA siendo esta una de las metodologías estadísticas que permite la comparación de múltiples muestras, las cuales tengan variaciones, por lo que sería entre el error aleatorio en la media y el factor controlado. ANOVA es una herramienta estadística que permite evaluar el efecto que tiene uno o más factores, y en sus niveles respecto a la significativa influencia que se tuvieron en los resultados (Massart, 1997).

#### 2.6 Aspectos éticos

Según González, 2001 la investigación se tiene que realizar de forma responsable y moral tomando en cuenta aspectos éticos como la obligación de citar y colocar la fuente correspondiente de los autores, también de ceñirnos a las normas técnicas y metodológicas para poder tener fundamentos sólidos para nuestras conclusiones.

Durante el proceso de la presente investigación se verifico la autenticidad de los resultados y respetando los aportes de conocimiento que se brinda, también al realizar la investigación se respetó los valores éticos como futuros profesionales.

### III. RESULTADOS

Se analizan los distintos resultados obtenidos de los ensayos elaborados en la investigación, tanto en el estado fresco y endurecido del concreto, por lo que serán expresados mediante gráficos.

#### 3.1 Diseño de mezcla F'c: 310 kg/cm<sup>2</sup>

##### 3.1.1 Características generales

- Relación a/c de diseño: 0.45
- Proporciones de diseño: 1: 1.55: 1.66
- Aditivo CHEMA, INCORPORACIÓN DE AIRE ENTRAMPAIRE: 0.15% por peso de cemento.

#### 3.2 Análisis de ensayos de concreto en estado fresco

##### 3.2.1 Asentamiento del concreto (Slump)

Mediante el asentamiento se mide la trabajabilidad del concreto, siendo ligado a la consistencia, el cual es definido por el grado de asentamiento de esta, el equipo manipulado es el cono de abrams y una varilla de 5/8".

**Tabla 16.** *Slump obtenido*

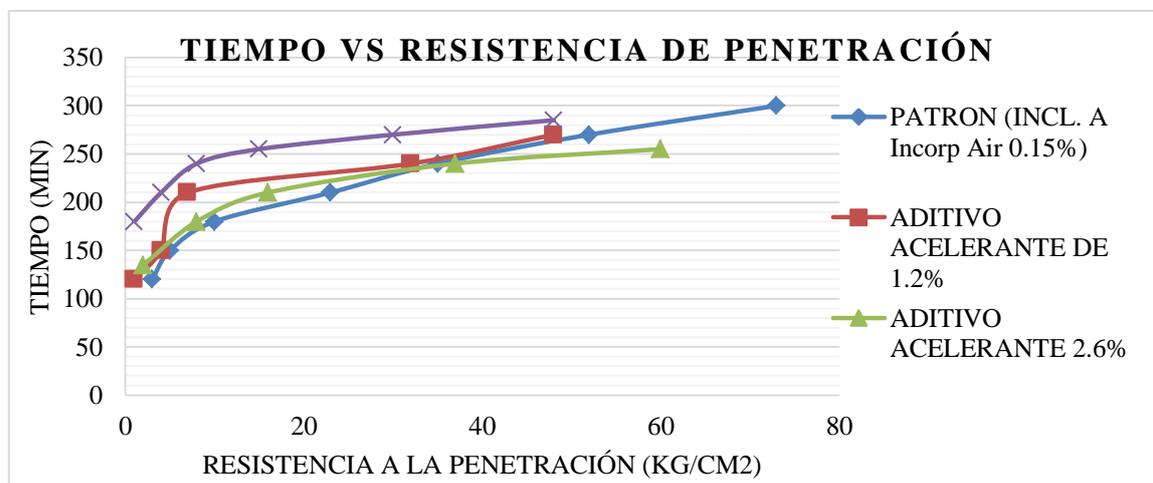
<b>Muestra</b>	<b>Slump</b>
Patrón	4"
Aditivo acelerante de 1.2 %	4"
Aditivo acelerante de 2.6%	3"
Aditivo acelerante de 4%	3"

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, muestra que al incorporar 4% de aditivo acelerante el slump es de 3" variando con el patrón el cual tiene un asentamiento de 4", se puede interpretar que la muestra patrón el cual incluye un 0.15% de aditivo incorporador de aire y las muestras que contienen diferentes dosis de aditivo acelerante e incluido el 0.15% de aditivo incorporador de aire; se encuentra dentro del rango de trabajabilidad.

3.2.2 Tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración (NTP 339.082)

**Figura 14.** Resistencia a la penetración en kg/cm<sup>2</sup> entre el tiempo de fraguado de las mezclas con diferentes dosis de aditivo acelerante



Fuente: Elaboración propia

Según los ensayos realizados del tiempo de fraguado durante el estado fresco del concreto a una temperatura ambiente de 0°C, el cual se obtuvo los siguientes resultados mostrándose en las siguientes tablas:

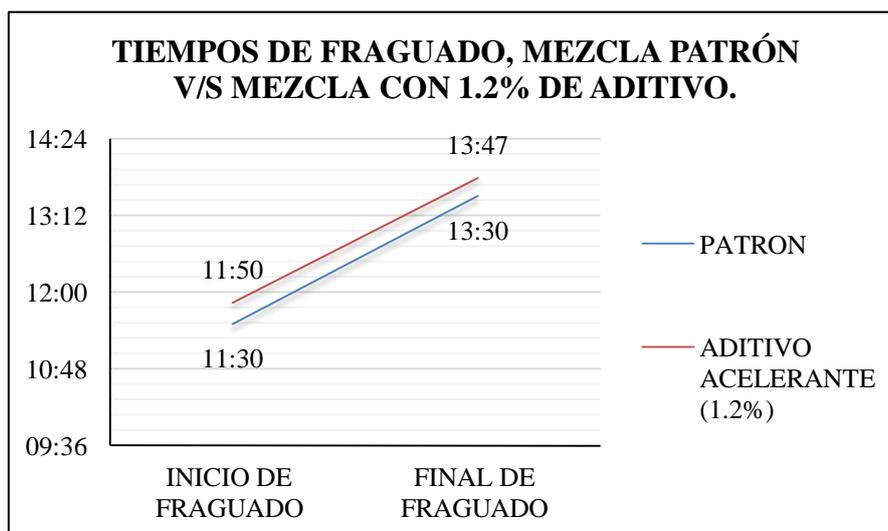
En la tabla 17 y en la figura 15 se puede ver los tiempos de fraguado de la mezcla patrón (incluido aditivo incorporador de aire de 0.15% del peso del cemento) y la mezcla con 1.2% de aditivo acelerante del peso del cemento seco (incluido aditivo incorporador de aire de 0.15% del peso del cemento).

**Tabla 17.** Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 1.2% de aditivo acelerante.

	<b>Patrón</b>	<b>1.20%</b>
<b>Inicio de fraguado</b>	11:30	11:50
<b>Final de fraguado</b>	13:30	13:47

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15.** *Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 1.2% de aditivo acelerante.*



Fuente: Elaboración propia

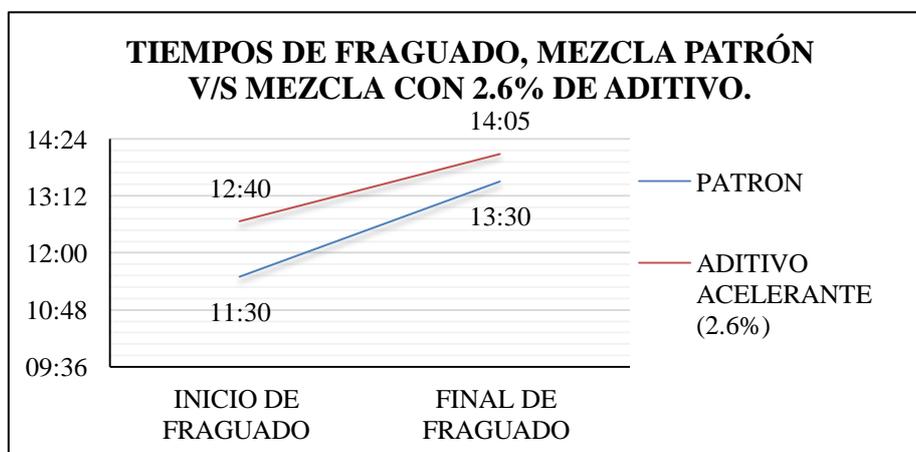
A continuación, la tabla 18 y figura 16 indica la diferencia entre los tiempos de fraguado entre la mezcla patrón (incluido aditivo incorporador de aire de 0.15% del peso del cemento) y la mezcla con aditivo acelerante con un porcentaje de 2.6% del peso del cemento (incluido aditivo incorporador de aire de 0.15% del peso del cemento).

**Tabla 18.** *Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 2.6% de aditivo acelerante.*

	<b>Patrón</b>	<b>2.60%</b>
<b>Inicio de fraguado</b>	11:30	12:40
<b>Final de fraguado</b>	13:30	14:05

Fuente: Elaboración propia

**Figura 16.** *Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 2.6% de aditivo acelerante.*



Fuente: Elaboración propia

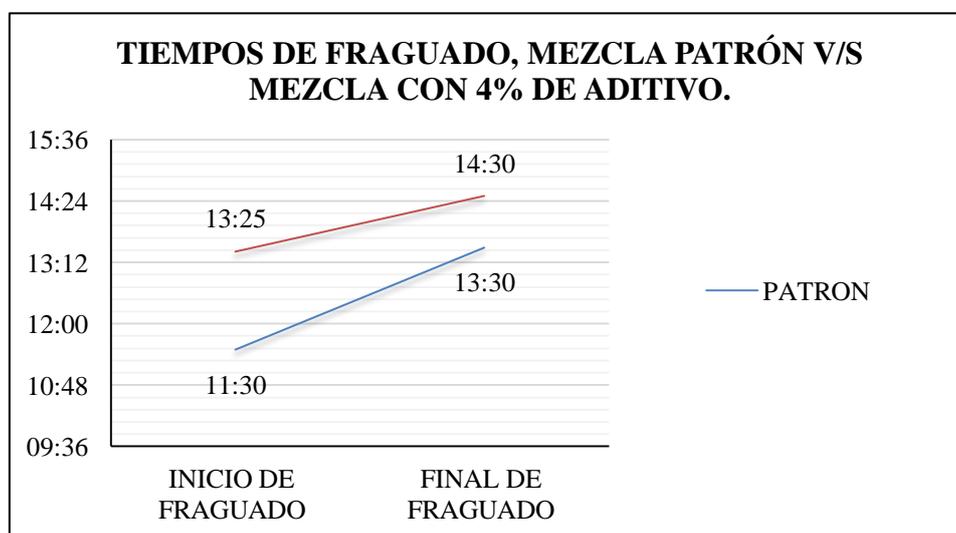
También se puede percibir la diferencia entre la mezcla patrón (incluido aditivo incorporador de aire de 0.15% del peso del cemento) y la mezcla con 4% de aditivo acelerante (incluido aditivo incorporador de aire de 0.15% del peso del cemento).

**Tabla 19.** *Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 4% de aditivo acelerante.*

	<b>Patrón</b>	<b>4.00%</b>
<b>Inicio de fraguado</b>	11:30	13:25
<b>Final de fraguado</b>	13:30	14:30

Fuente: Elaboración propia

**Figura 17.** *Tiempos de fraguado, mezcla patrón vs mezcla con 4% de aditivo acelerante.*



Fuente: Elaboración propia

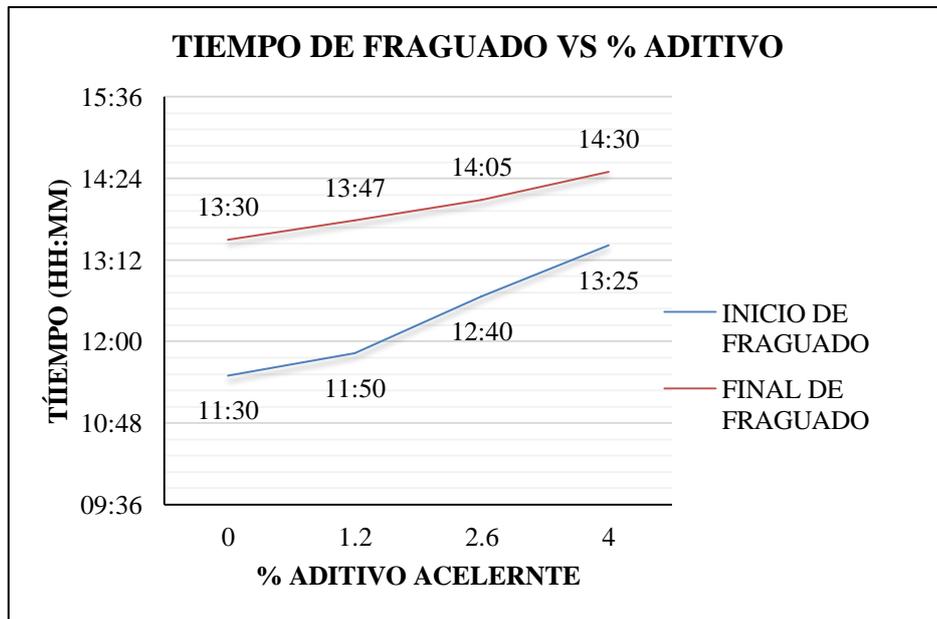
Por último, se puede demostrar la variación de las curvas del inicio y final del fraguado respecto a los diferentes porcentajes de aditivo acelerante adicionadas a la mezcla.

**Tabla 20.** *Variación del tiempo de fraguado con distintas dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C.*

<b>MEZCLA</b>	<b>INICIO DE FRAGUADO</b>	<b>FINAL DE FRAGUADO</b>
0	11:30	13:30
1.2	11:50	13:47
2.6	12:40	14:05
4	13:25	14:30

Fuente: Elaboración propia

**Figura 18.** Variación del tiempo de fraguado con distintas dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 y figura 18, muestra la variación del tiempo de fraguado respecto a los diferentes dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C; notamos que la muestra patrón incluido aditivo incorporación de aire tiene un tiempo de fraguado de 120 minutos; sin embargo, la muestra adicionando el 1.2% de aditivo acelerante incluido aditivo incorporador de aire tiene un tiempo de fraguado de 118 minutos, la muestra adicionando el 2.6% de aditivo acelerante incluido aditivo incorporador de aire tiene un tiempo de fraguado de 99 minutos y la muestra adicionando el 4% de aditivo acelerante incluido aditivo incorporador de aire tiene un transcurso de fraguado de 63 minutos. Esto significa que al adicionar mayor porcentaje de aditivo acelerante, se obtendrá un menor tiempo de fraguado e inversamente.

### 3.2.3 Temperatura del concreto (ASTM C1064/C1064M)

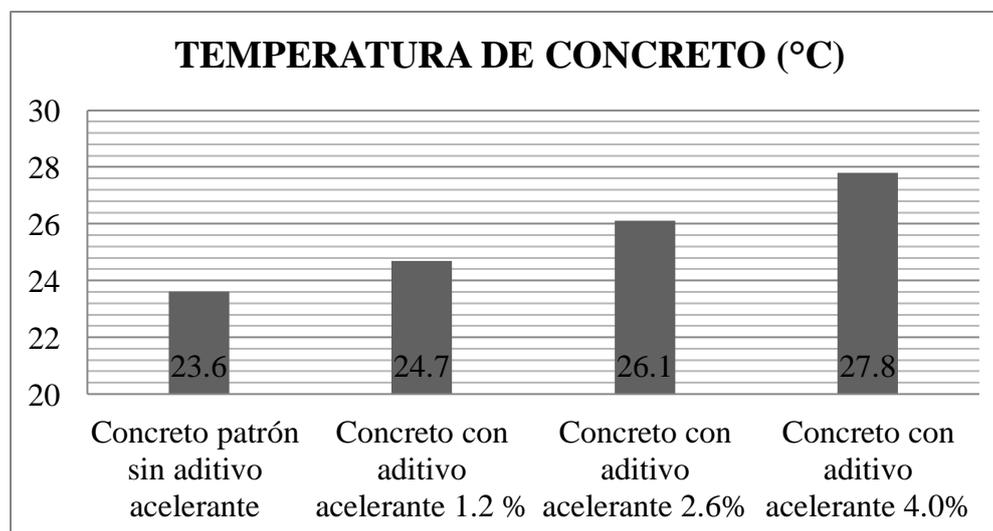
El ensayo mide la temperatura del concreto en estado fresco, esta es representada en momento que se realiza la prueba por lo que no puede ser una indicación en el momento posterior, el cual puede ser verificador de la conformidad de la temperatura del concreto.

**Tabla 21.** *Temperatura del concreto con distintas dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C*

<b>Muestra</b>	<b>Temperatura de concreto</b>
Concreto patrón sin aditivo acelerante	23.6 °C
Concreto con aditivo acelerante 1.2 %	24.7 °C
Concreto con aditivo acelerante 2.6%	26.1 °C
Concreto con aditivo acelerante 4.0%	27.8 °C

Fuente: Elaboración propia

**Figura 19.** *Temperatura de concreto con distintas dosis de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C.*



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 y figura 19, muestra la variación de la temperatura del concreto de manera progresiva conforme aumenta el porcentaje de incorporación de aditivo acelerante de fragua a una temperatura ambiente de 0°C.

### 3.3 Análisis de ensayos en estado endurecido del concreto

#### 3.3.1 Resistencia a la compresión (NTP 339.034)

Los resultados que se obtenidos para la mezcla de patrón de relación  $a/c=0.45$ , con 0.15% de aditivo incorporador de aire, en las edades de 3, 7, 28 días.

**Tabla 22.** Resistencia a compresión del patrón relación  $a/c=0.45$  con 0.15% de aditivo incorporador de aire, temperatura ambiente de  $0^{\circ}\text{C}$ .

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
PATRÓN	94.65	192.38	368

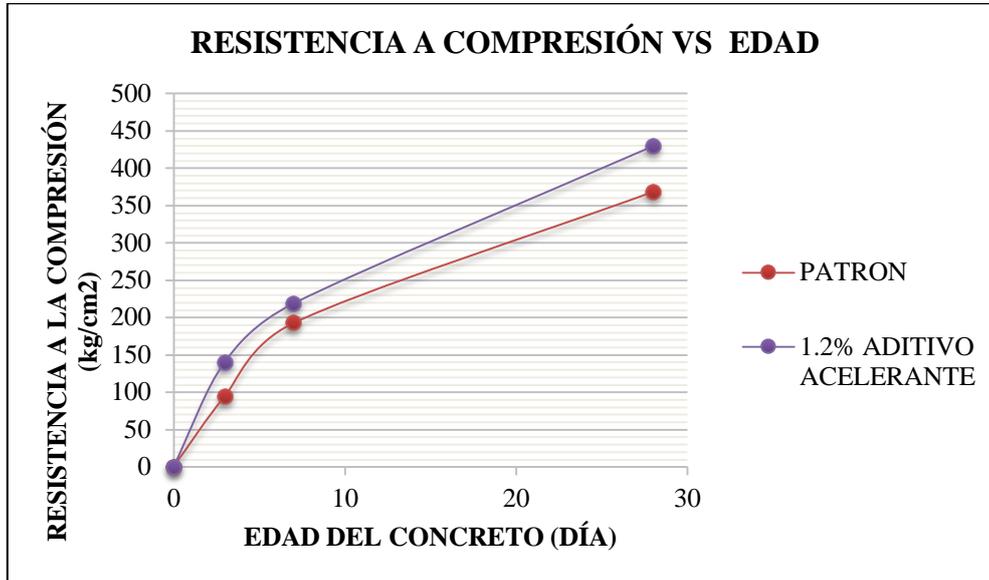
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23.** Resistencia a compresión del patrón relación  $a/c=0.45$  vs concreto con 1.2% de aditivo acelerante, temperatura ambiente de  $0^{\circ}\text{C}$ .

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
PATRÓN	94.65	192.38	368
1.2% ADITIVO ACCELERANTE	140.66	218.56	429.15

Fuente: Elaboración propia

**Figura 20.** Resistencia a compresión de patrón vs el concreto con 1.2% de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C.



Fuente: Elaboración propia

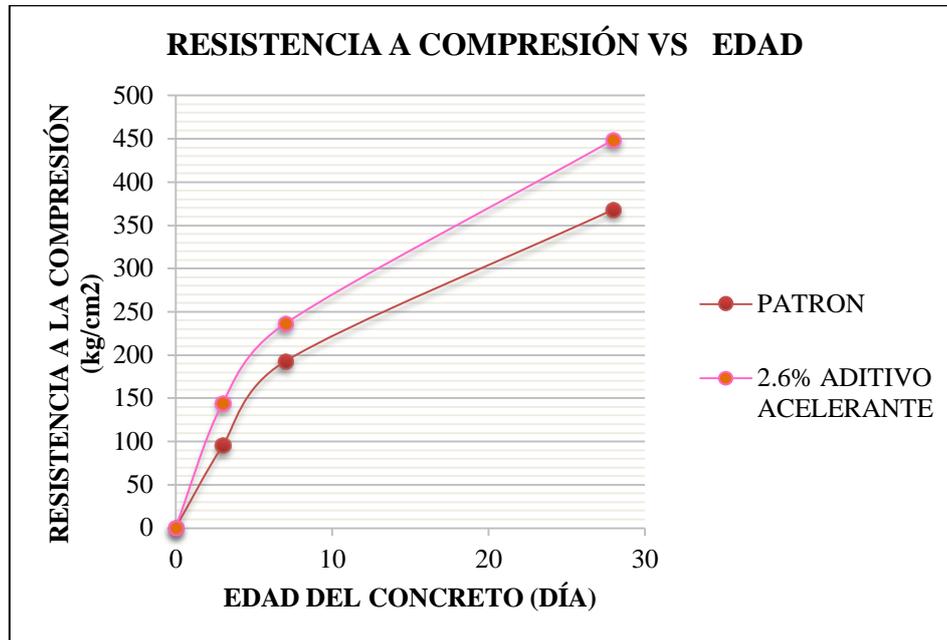
En la tabla 23 y figura 20, indican la diferencia de resistencia que existe entre el concreto patrón con 0.15% de aditivo incorporador de aire y este mismo con 1.2% de aditivo acelerador de fragua (Chema 3), teniendo este último mayor resistencia a la edad de 3,7y 28 días. Además, ambos concretos superan el  $f'c=310\text{kg/cm}^2$  de diseño a la edad de 28 días, lo que significa que al adicionar un porcentaje de aditivo acelerante, se obtendrá una mayor resistencia a compresión.

**Tabla 24.** Resistencia a compresión del patrón relación  $a/c=0.45$  vs concreto con 2.6% de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C.

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
<b>PATRÓN</b>	94.65	192.38	368
<b>2.6% ADITIVO ACELERANTE</b>	144.12	235.94	448.58

Fuente: Elaboración propia

**Figura 21.** Resistencia a compresión de patrón vs el concreto con 2.6% de aditivo acelerante, a una temperatura ambiente de 0°C.



Fuente: Elaboración propia

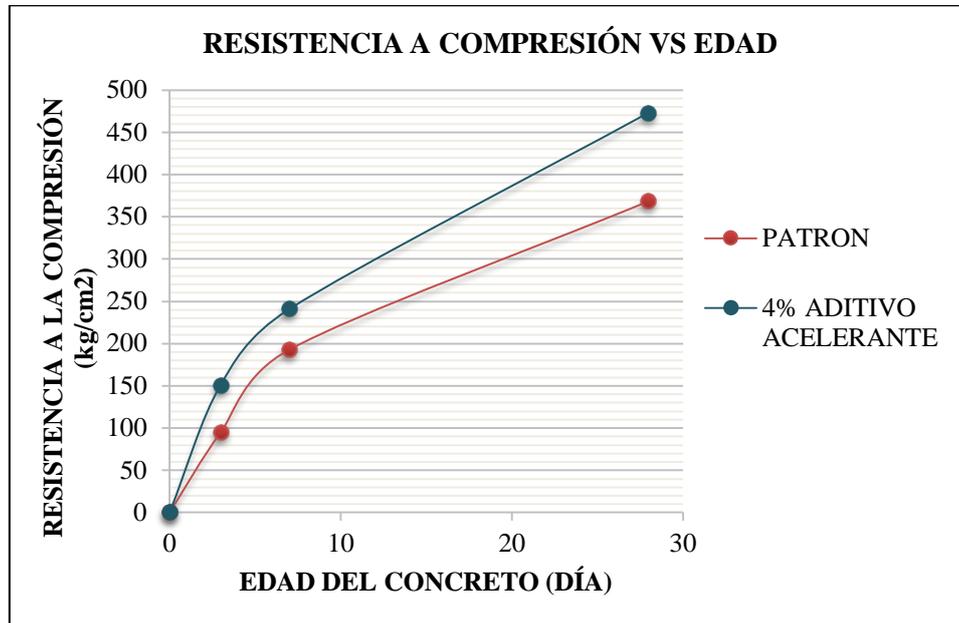
En la tabla 24 y figura 21, muestra la comparación entre el patrón y el concreto con un 2.6% de aditivo acelerante, que al adicionar una dosis media de aditivo acelerante (Chema 3) recomendado por el fabricante, aumento la resistencia a compresión en 80.58kg/cm<sup>2</sup> respecto al concreto patrón a la edad de 28 días.

**Tabla 25.** Resistencia a compresión del patrón relación a/c=0.45 vs concreto con 4% de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C.

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
<b>PATRÓN</b>	94.65	192.38	368
<b>4% ADITIVO ACELERANTE</b>	151.06	240.40	472.72

Fuente: Elaboración propia

**Figura 22.** Resistencia a compresión de patrón vs el concreto con 4% de aditivo acelerante, a una temperatura ambiente de 0°C.



Fuente: Elaboración propia

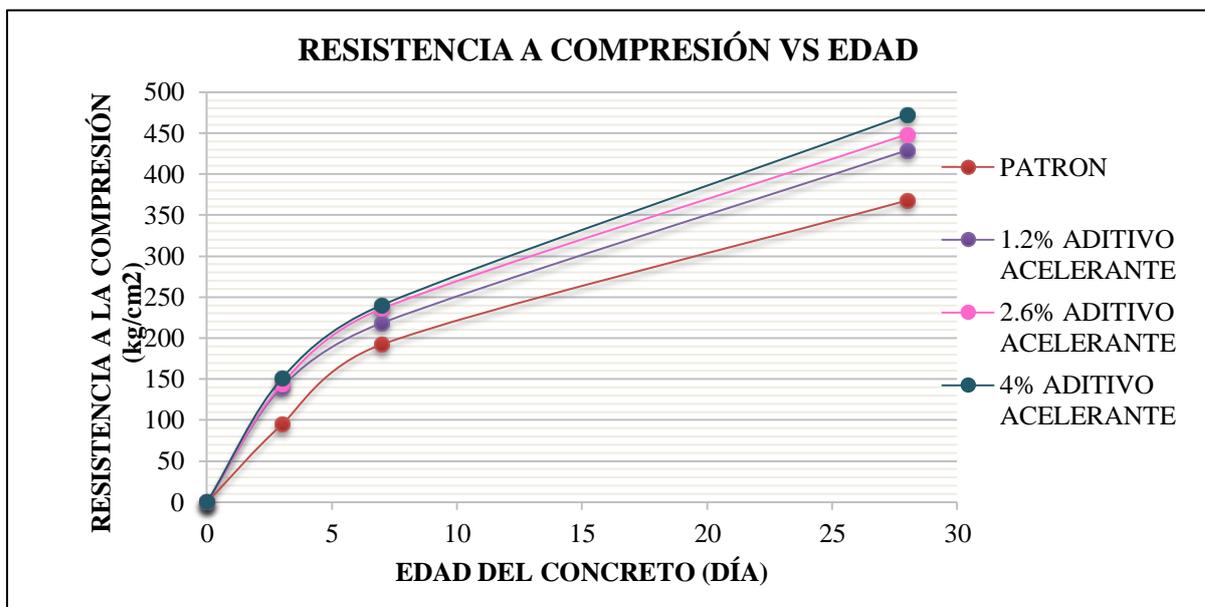
En la tabla 25 y figura 22, se muestra la comparación de resistencia a la compresión entre el patrón y el concreto con un 4% de aditivo acelerante (Chema 3), observándose que con la incorporación de una dosis alta de aditivo acelerante recomendado por el fabricante, la resistencia a compresión aumento en 104.72kg/cm<sup>2</sup> respecto al concreto patrón a la edad de 28 días.

**Tabla 26.** Resistencia a compresión del patrón relación a/c=0.45 vs concreto con dosis de aditivo acelerante, temperatura ambiente de 0°C.

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )			% ADQUIRIDO		
	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	40%	70%	100%
<b>PATRÓN</b>	94.65	192.38	368	31%	62%	119%
<b>1.2% ADITIVO ACELERANTE</b>	140.66	218.56	429.15	45%	71%	138%
<b>2.6% ADITIVO ACELERANTE</b>	144.12	235.94	448.58	46%	76%	145%
<b>4% ADITIVO ACELERANTE</b>	151.06	240.40	472.72	49%	78%	152%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 23.** Resistencia a compresión entre el concreto y las diferentes dosis de aditivo acelerante, a una temperatura ambiente de 0°C.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 y figura 23, se muestra la comparación de resistencia a la compresión entre el concreto patrón y el concreto con 1.2%, 2.6% y 4% de aditivo acelerante (Chema 3), observándose que con la incorporación de una dosis alta (4%) de aditivo acelerante recomendado por el fabricante, la resistencia a compresión aumenta significativamente respecto a una dosis baja (1.2%), a diferencia que el concreto patrón el cual tiene un aumento de 58 kg/cm<sup>2</sup>.

## Resultados Estadísticos

### Hipótesis General

En esta parte se obtiene los resultados estadísticos respecto a la hipótesis general a través del análisis de varianza de un factor (ANOVA) con la prueba Post Hoc Tukey, estableciendo un nivel de confianza de 95% y un nivel de significancia de 5% (p-valor < 0.05); los resultados obtenidos se visualizan en las siguientes tablas:

**Tabla 27.** Datos estadísticos descriptivos de la Resistencia a la Compresión respecto al porcentaje de aditivo acelerante.

Descriptivos								
Resistencia a la compresión								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
,0	3	368,00	11,269	6,506	340,01	395,99	355	375
1,2	3	429,33	10,970	6,333	402,08	456,58	417	438
2,6	3	448,67	22,189	12,811	393,55	<b>503,79</b>	424	467
4,0	3	473,00	14,107	8,145	437,96	508,04	460	488
Total	12	429,75	42,643	12,310	402,66	456,84	355	488

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28.** Datos estadísticos Anova de la Resistencia a la Compresión respecto al porcentaje de aditivo acelerante.

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18124,917	3	6041,639	25,746	,000
Dentro de grupos	1877,333	8	234,667		
Total	20002,250	11			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla los resultados de ANOVA de un factor indican que hay diferencias y efecto positivo en relación de la resistencia a la compresión de acuerdo con los porcentajes de aditivo; es decir, que es significativa y se rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 29.** Comparaciones múltiples de los porcentajes de aditivo acelerante respecto a la variable dependiente con prueba de Post Hoc.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión						
HSD Tukey						
(I) Aditivo acelerante	(J) Aditivo acelerante	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
,0	1,2	-61,333*	12,508	,005	-101,39	-21,28
	2,6	-80,667*	12,508	,001	-120,72	-40,61
	4,0	-105,000*	12,508	,000	-145,05	-64,95
1,2	,0	61,333*	12,508	,005	21,28	101,39
	2,6	-19,333	12,508	,457	-59,39	20,72
	4,0	-43,667*	12,508	,033	-83,72	-3,61
2,6	,0	80,667*	12,508	,001	40,61	120,72
	1,2	19,333	12,508	,457	-20,72	59,39
	4,0	-24,333	12,508	,283	-64,39	15,72
4,0	,0	105,000*	12,508	,000	64,95	145,05
	1,2	43,667*	12,508	,033	3,61	83,72
	2,6	24,333	12,508	,283	-15,72	64,39

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

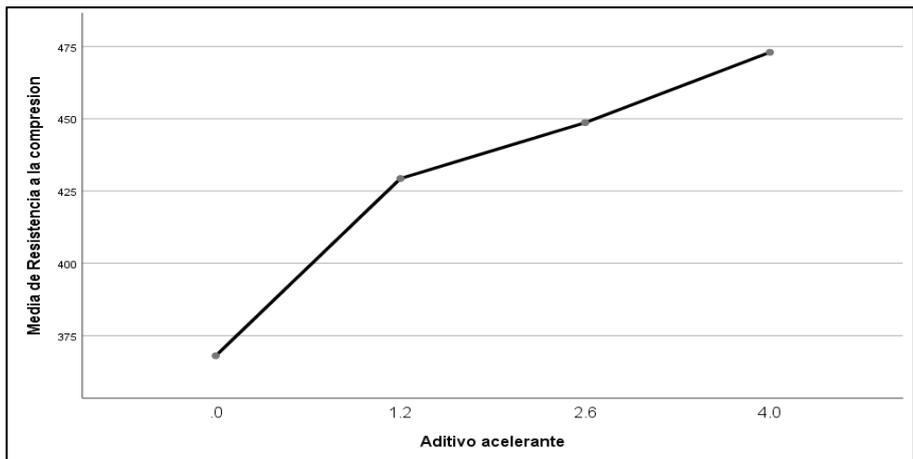
En la tabla se muestra la comparación múltiple de los porcentajes de aditivo acelerante, el cual se obtiene la significancia entre los grupos. Por los resultados se puede interpretar que la variable independiente tiene un significativo efecto respecto a la variable dependiente.

**Tabla 30.** *Subconjuntos homogéneos de la resistencia a la compresión con HSD Tukey.*

HSD Tukey <sup>a</sup>				
Aditivo acelerante	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
,0	3	368,00		
1,2	3		429,33	
2,6	3		448,67	448,67
4,0	3			473,00
Sig.		1,000	,457	,283

Fuente: Elaboración propia

**Figura 24.** *Media de la resistencia a la compresión vs aditivo acelerante.*



Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestra las medias de cada grupo, observándose que la diferencia entre ellas no es prolongada. El intervalo de confianza para las medias se encuentra dentro de los intervalos correspondientes de los grupos.

**Hipótesis Especifica 1**

En esta parte se obtiene los resultados estadísticos respecto al tiempo de fraguado del concreto a través del análisis de varianza de un factor (ANOVA) con la prueba Post Hoc Tukey, estableciendo un nivel de confianza de 95% y un nivel de significancia de 5% (p-valor < 0.05); el resultado obtenido se visualizará en las siguientes tablas:

**Tabla 31.** Datos estadísticos descriptivos del tiempo de fraguado respecto al porcentaje de aditivo acelerante.

Descriptivos								
Tiempo de fraguado								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
,0	3	170,00	45,826	26,458	56,16	283,84	120	210
1,2	3	129,33	17,926	10,349	84,80	173,86	118	150
2,6	3	98,00	22,517	13,000	42,07	153,93	75	120
4,0	3	76,00	25,159	14,526	13,50	138,50	60	105
Total	12	118,33	44,834	12,942	89,85	146,82	60	210

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 32.** Datos estadísticos Anova del tiempo de fraguado respecto al porcentaje de aditivo acelerante.

ANOVA					
Tiempo de fraguado					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14988,000	3	4996,000	5,611	,023
Dentro de grupos	7122,667	8	890,333		
Total	22110,667	11			

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados se observa en la tabla 32 el valor de significancia p-value es menor que 0.05 ( $p\text{-value} = 0.023 < 0.05$ ); quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Siendo significativa.

**Tabla 33.** Comparaciones múltiples de los porcentajes de aditivo acelerante respecto a la variable dependiente con HSD Tukey.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Tiempo de fraguado						
HSD Tukey						
(I) Aditivo acelerante	(J) Aditivo acelerante	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
,0	1,2	40,667	24,363	,397	-37,35	118,69
	2,6	72,000	24,363	,071	-6,02	150,02
	4,0	94,000*	24,363	,020	15,98	172,02
1,2	,0	-40,667	24,363	,397	-118,69	37,35
	2,6	31,333	24,363	,595	-46,69	109,35
	4,0	53,333	24,363	,206	-24,69	131,35
2,6	,0	-72,000	24,363	,071	-150,02	6,02
	1,2	-31,333	24,363	,595	-109,35	46,69
	4,0	22,000	24,363	,804	-56,02	100,02
4,0	,0	-94,000*	24,363	,020	-172,02	-15,98
	1,2	-53,333	24,363	,206	-131,35	24,69
	2,6	-22,000	24,363	,804	-100,02	56,02

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

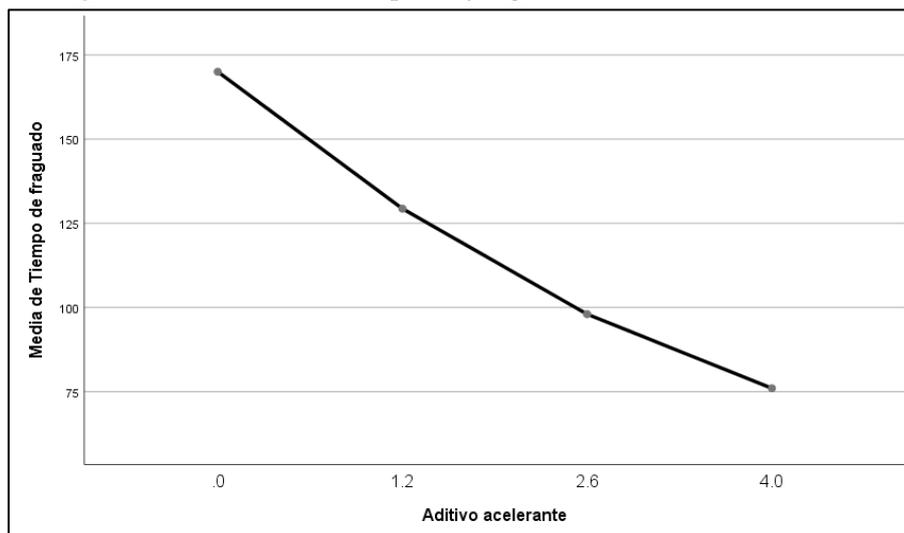
En la tabla 33 se observa las diferencias entre los grupos formados con 0% de aditivo acelerante y 4% de aditivo acelerante teniendo significancia de 0.02. Siendo estas significativas.

**Tabla 34.** Subconjuntos homogéneos del tiempo de fraguado del concreto con HSD Tukey.

Tiempo de fraguado			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Aditivo acelerante	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4,0	3	76,00	
2,6	3	98,00	98,00
1,2	3	129,33	129,33
,0	3		170,00
Sig.		,206	,071

Fuente: Elaboración propia

**Figura 25.** Media del tiempo de fraguado vs aditivo acelerante.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34 y figura 25 se muestra las medias de cada grupo, observándose que la diferencia es significativa. El intervalo de confianza para las medias se encuentra dentro de los intervalos correspondientes de los grupos.

#### Hipótesis Específica 2

En esta parte se obtienen los resultados estadísticos respecto a la temperatura interna del concreto a través del análisis de varianza de un factor (ANOVA) con la prueba Post Hoc Tukey, estableciendo un nivel de confianza de 95% y un nivel de significancia de 5% ( $p$ -valor  $< 0.05$ ); el resultado obtenido se visualizará en las siguientes tablas:

**Tabla 35.** Datos estadísticos descriptivos de la temperatura interna del concreto respecto al porcentaje de aditivo acelerante.

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	9	23,6000	,00000	,00000	23,6000	23,6000	23,60	23,60
1,20	9	24,7000	,00000	,00000	24,7000	24,7000	24,70	24,70
2,60	9	26,1000	,00000	,00000	26,1000	26,1000	26,10	26,10
4	9	27,8000	,00000	,00000	27,8000	27,8000	27,80	27,80
Total	36	25,5500	1,59472	,26579	25,0104	26,0896	23,60	27,80

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36.** Datos estadísticos Anova de la temperatura interna del concreto respecto al porcentaje de aditivo acelerante.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	89,010	3	29,670	7,325	,000
Dentro de grupos	,000	32	,000		
Total	89,010	35			

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados se observa en la tabla 36 el valor de significancia p-value es menor que 0.05 ( $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ); quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Siendo significativa. Teniendo  $F = 7.325$  siendo esto que hay un efecto positivo.

**Tabla 37.** Comparaciones múltiples de los porcentajes de aditivo acelerante respecto a la variable dependiente con HSD Tukey.

(I) Aditivo acelerante	(J) Aditivo acelerante	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0	1,20	-1,10000*	,00000	,000	-1,1000	-1,1000
	2,60	-2,50000*	,00000	,000	-2,5000	-2,5000
	4	-4,20000*	,00000	,000	-4,2000	-4,2000
1,20	0	1,10000*	,00000	,000	1,1000	1,1000
	2,60	-1,40000*	,00000	,000	-1,4000	-1,4000
	4	-3,10000*	,00000	,000	-3,1000	-3,1000
2,60	0	2,50000*	,00000	,000	2,5000	2,5000
	1,20	1,40000*	,00000	,000	1,4000	1,4000
	4	-1,70000*	,00000	,000	-1,7000	-1,7000
4	0	4,20000*	,00000	,000	4,2000	4,2000
	1,20	3,10000*	,00000	,000	3,1000	3,1000
	2,60	1,70000*	,00000	,000	1,7000	1,7000

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la prueba Post Hoc de Tukey se observa las diferencias significativas que se encuentra entre los grupos en un nivel de 0.05.

**Tabla 38.** *Subconjuntos homogéneos de la temperatura de concreto con HSD Tukey.*

Aditivo acelerante	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0	9	23,6000			
1,20	9		24,7000		
2,60	9			26,1000	
4	9				27,8000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.					

Fuente: Elaboración propia

#### IV. DISCUSIÓN

DG: En el trabajo de investigación de Castro N. según resultados obtuvo que la mezcla de concreto con aditivo acelerante de fraguado con un porcentaje de 2% e incorporador de aire con 0.05%, para un diseño de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  obtuvo una resistencia a la compresión superior de los valores de 1, 7, 14 y 28 días de edad con respecto a la mezcla sin aditivo. Para el 1er. día los valores alcanzados son de 82.8 kg/cm<sup>2</sup>, 84.3 kg/cm<sup>2</sup> y 74.1 kg/cm<sup>2</sup> para las relaciones a/c = 0.40, 0.45 y 0.50 respectivamente; para los 7 días se obtuvo 316.2 kg/cm<sup>2</sup>, 287.3 kg/cm<sup>2</sup> y 231 kg/cm<sup>2</sup> para las relaciones a/c = 0.40, 0.45 y 0.50 respectivamente; para los 14 días resulto 361.2 kg/cm<sup>2</sup>, 333.0 kg/cm<sup>2</sup> y 297.3 kg/cm<sup>2</sup> para las relaciones a/c = 0.40, 0.45 y 0.50 respectivamente, para los 28 días se obtuvo 391.6 kg/cm<sup>2</sup>, 355.3 kg/cm<sup>2</sup> y 310 kg/cm<sup>2</sup> para las relaciones a/c = 0.40, 0.45 y 0.50 respectivamente; por ultimo a los 42 días los valores alcanzados son 397.7 kg/cm<sup>2</sup>, 357 kg/cm<sup>2</sup> y 316.2 kg/cm<sup>2</sup> para las relaciones a/c = 0.40, 0.45 y 0.50 respectivamente. Relacionando a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación respecto a la resistencia a la compresión del concreto con 1.2%, 2.6% y 4% de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire con 0.15%, afirmando que se obtuvo una resistencia a la compresión por encima de los valores de 3, 7 y 28 días de edad con respecto a la muestra patrón incluido aditivo incorporador de aire con una dosis de 0.15%; para el 3er. día se obtuvo 140.66 kg/cm<sup>2</sup>, 144.12 kg/cm<sup>2</sup> y 151.06 kg/cm<sup>2</sup> para las muestras con 1.2%, 2.6% y 4% de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire respectivamente; para los 7 días se alcanzaron los valores de 218.56 kg/cm<sup>2</sup>, 235.94 kg/cm<sup>2</sup> y 240.40 kg/cm<sup>2</sup> para las muestras con 1.2%, 2.6% y 4% de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire respectivamente; por ultimo para los 28 días resulto obtener 429.15 kg/cm<sup>2</sup>, 448.58 kg/cm<sup>2</sup> y 472.72 kg/cm<sup>2</sup> para las muestras con 1.2%, 2.6% y 4% de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire respectivamente.

DE1: En la investigación de Baca J. y Boy J. se demostró que el tiempo de fraguado va decreciendo respecto al porcentaje de aditivo, este va de dos horas y media hasta 50 minutos, siendo el menor tiempo de fraguado con un 5 % de aditivo acelerante. En el presente proyecto de investigación se obtuvo los resultados del ensayo de tiempo de fraguado de la muestra patrón adicionado aditivo incorporador de aire de 0.15% y en las muestras con diferentes dosis de aditivo acelerante 1.2%, 2.6% y 4% adicionado aditivo incorporador de aire de 0.15%; se demostró que la muestra sin adición de aditivo

acelerante tiene el tiempo de fraguado de 120 minutos, al adicionar el 1,2% de aditivo acelerante al concreto tiene un tiempo de fraguado de 118 minutos, cuando se adiciono el 2.6% su tiempo de fraguado es de 99 minutos y por último se adiciono el 4% de aditivo acelerante y como resultado de tiempo de fraguado es de 65 minutos, el cual esto indica que al aumentar la dosis del aditivo acelerante será menor el tiempo de fraguado del concreto a una temperatura ambiente de 0°C.

DE2. En la investigación de Ruiz L. respecto a la temperatura de concreto, se obtuvo que el concreto con adición de aditivo acelerante tiende a aumentar un 19% y con aditivo acelerante e incorporador de aire también aumenta un 28% en las primeras 5 horas, esto resulta que el concreto está reaccionando químicamente y que continua el proceso de hidratación. El cual con los resultados obtenidos se puede afirmar que la temperatura del concreto aumenta de manera progresiva conforme aumente el porcentaje de aditivo acelerante de fragua e incorporador de aire con una dosis de 0.15%, a una temperatura ambiente de 0°C. Aumentando hasta un 18% con 4% aditivo acelerante e 0.15 % incorporador de aire.

## V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que ante las diferentes dosificaciones de aditivo acelerante (Chema 3) se obtuvo un incremento positivamente en la resistencia a la compresión a una temperatura ambiente de 0°C, siendo la menor de 38 % con 1.2% de aditivo acelerante y un máximo de 52% con 4% de aditivo acelerante, respecto al  $f'c$  diseño  $f'c=310\text{kg/cm}^2$ . Siendo el patrón y las muestras realizadas con 0.15% de aditivo incorporador de aire (Chema Entrampaire) y elaborado con cemento andino tipo I.

Por otro lado, los resultados demuestran que a los 3 días el concreto patrón obtuvo la resistencia mínima de 94.65 kg/cm<sup>2</sup>, por lo contrario, el concreto con 4% de aditivo acelerante llegó a 151.06 kg/cm<sup>2</sup>. Visualizándose que ante las diferentes dosis recomendadas por el fabricante, se obtuvo un mejor resultado con 4% a la edad de los 28 días cumpliendo con el  $f'c$  de diseño más un 52% y 33% más respecto al concreto patrón, pero teniendo un retraso en el inicio de fraguado de 3 hh y con un tiempo de fraguado de 1hh y 5 min, por lo contrario con un 2.6% de adición de aditivo acelerante se tiene un 26% más de resistencia respecto al concreto patrón teniendo un inicio de fraguado de 2 hh y 15 min y con un tiempo de fraguado de 1 hh y 15min.

2. Con respecto al tiempo de fraguado se concluye que este decrece ante las diferentes dosis de aditivo acelerante y con una dosis de 0.15% de incorporador de aire, el cual indica que mejora el comportamiento del concreto a una temperatura ambiente de 0°C. Teniendo la mezcla con incorporación de 4% de aditivo acelerante (Chema 3), disminuye su tiempo de fraguado a 1hh y 5 min, lo que no sucede con 1.2% de aditivo acelerante (Chema 3) siendo diferenciados por 3 min menos que el concreto patrón que registro 2hh.

3. Con lo que respecta a la temperatura interna del concreto concluye que el aditivo mejora el comportamiento del concreto a una temperatura ambiente de 0°C. Obteniendo las temperaturas de las muestras de concreto de 23,6°C para el concreto patrón y 27.8°C para el concreto con 4% de aditivo acelerante, siendo el mínimo y máximo registrados respetando los límites que indica la Norma Técnica Peruana 339.114. Para los criterios de aceptación para climas fríos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Por los resultados obtenidos es recomendable utilizar aditivo acelerante de fraguado más el aditivo incorporador de aire en climas fríos, con el fin de acelerar el tiempo de fraguado y tener espacios de aire que se establece en el concreto y evitar fisuras ocasionados por el congelamiento y deshielo.
2. Se recomienda estudiar la influencia del aditivo acelerante de fragua (Chema 3) a diferentes edades superiores a los 28 días, con el fin de demostrar la durabilidad y resistencia a largo plazo. De la misma manera estudiar con el aditivo incorporador de aire en climas fríos.
3. Analizar el aditivo acelerante de fragua con variedades de cementos existentes en el mercado para encontrar una mejor compatibilidad y su efecto respecto a la resistencia a la compresión y tracción.
4. Se debe utilizar una adecuada dosis de aditivo incorporador de aire para no afectar con la resistencia y evitar el aumento de absorción.
5. La protección y el curado del concreto a una temperatura ambiente de 0°C debe ser fundamental, el cual se debe usar mantas térmicas, y este debe cubrir el concreto y mantenerse a una temperatura mínima de 10°C. Con la finalidad de obtener buenos resultados respecto a la resistencia del concreto.

## REFERENCIAS

- ACI 211.1- 91. (2009). Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight, and mass Concrete. Detroit, MI, USA.
- ABANTO, F. (1994). Tecnología del Concreto. Lima, Perú: San Marcos.
- ABRAMS, D. Ley de la relación agua – cemento. 1918.
- AGUILAR, RODRIGUEZ Y SERMEÑO. Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio, tesis para optar el título de ingeniero civil. San Salvador: Universidad de el Salvador, 2009. 271 pp.
- APOLINARIO, F. Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivo acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Huánuco- Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan, 2017. 175 pp.
- BACA, J Y BOY, J. Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado, tesis para optar el título profesional de ingeniero de Materiales. Trujillo – Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2015. 73 pp.
- CASTRO, N. Características del concreto con aditivos acelerante e incorporador de aire y c.p.t.i, fabricado en la ciudad de Huancayo, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2001. 189 pp.
- CECCONELLO, V. y TUTIKIAN, B. La influencia de las bajas temperaturas en la evolución de la resistencia del hormigón. Rev. IBRACON Estruct. Mater. [En línea]. 2012, vol.5, n.1, pp.68-83. ISSN 1983 4195. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952012000100006>.
- CHEMA. Hoja técnica CHEMA 3 Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos, 2017. 2pp
- CHEMA. Hoja técnica CHEMA ENTRAMPAIRE Aditivo incorporador de aire que evita fisuramiento por efecto hielo deshielo del concreto., 2016. 2pp
- DAMIANI, C. Concretos en Climas Fríos, [en línea]. Mayo 2011. Disponible en la Web: <http://carlosdamiani.blogspot.com/2011/05/concretos- en-climas-frios.html>.
- D.L. Massart, B.M.G. Vandeginste, L.M.C. Buydens, S. de Jong, P.J. Lewi, J. Smeyers-Verbeke, “Handbook of Chemometrics and Qualimetrics: Part A”, Elsevier (1997), Amsterdam.

- GÓMEZ, GARCÍA Y ACEVEDO. Estudio de la hidratación de pastas de cemento portland reemplazadas con escoria granulada de alto horno, ceniza volante y metacaolín: efecto del empleo de dos aditivos superplastificantes. Revista ALCONPAT, Vol. 5 (3): 203-218, diciembre 2015. ISSN: 2007 6835
- HERNANDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill, 2014. 613 pp. ISBN: 978 607 15 0291 9.
- KOSMATKA, Steven; KERKHOFF, Beatrix y PANARESE, William. Design and control of concrete mixtures. 14th ed. Skokie, Illinois, USA: Portland Cement Association, 2002. 358pp. ISBN 0 89312 217 3
- LOPEZ, E. y MAMANI, J. Influencia del nano sílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de puno. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
- LOAYZA, V. Estudio de las propiedades del concreto y la variabilidad de su resistencia usando aditivo superplastificante y cemento portland tipo I, tesis para optar el título profesional de ingeniería civil. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 257 pp.
- MAYTA, J. influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014.
- MEYER, B. elaboración y posterior tratamiento del hormigón a bajas temperaturas, Vol. 12 (107): 5-19, julio, agosto, septiembre de 1962.
- MILTON, E. Cold weather concreting. Kentucky. February, 1960.
- MIRETZKY, B Determinación del calor de hidratación de los cementos argentinos con calorímetro adiabático. Buenos Aires, Argentina: Universidad De Buenos Aires, 1946.
- National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA). Cold weather ready mixed concrete, pub 130.
- Norma Nacional de Edificaciones E. 060, Concreto Armado.
- NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 334.009. (2011). Cemento portland. Requisitos. Lima, Perú: Indecopi.

- NTP 400.012. (2001). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 334.064. (2009). CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el calor de hidratación del cemento Portland. Método por disolución. Lima, Perú: Indecopi.
- ÑAUPAS, A et. al. Metodología de la investigación. 4ta. Lima, Perú: Ediciones de la U, 2014. 931pp. ISBN: 9789 958 76 571 4
- PATIÑO, Oscar y MENDEZ, Rossalin. Control de calidad del concreto. Revista RIDTEC, Panamá, Vol. 4. (1 y 2): 57- 64.
- PONCE, E. Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del cusco en concretos expuestos a climas alto andinos, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Cusco – Perú: Universidad Andina del Cusco, 2016. 262 pp.
- QUINTERO, CRUZ Y PEÑA. Efecto del contenido de agua sobre la resistencia y la velocidad de pulso ultrasónico del concreto. Vol. 18 (42): 103-113, diciembre 2014.
- REVISTA digital del ACI PERU [en línea]. Perú: Instituto Americano del Concreto, 2015 [fecha de consulta: 6 de mayo del 2019].  
Disponibile en: [www.aci-peru.org](http://www.aci-peru.org)
- RUIZ, L. Características del concreto fresco y endurecido fabricado en la ciudad de Arequipa utilizando cemento IP y aditivo incorporador de aire y acelerante de fraguado, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. 2008, 262 pp.
- SANCREZ, M., FRIAS, M. y RIVERA, J. Estudios sobre el calor de hidratación desarrollo en morteros con materiales puzolanicos: naturales y subproductos industriales. España: Instituto De Ciencias De La Construcción Eduardo Torroja, 2000.
- SENAMHI. Monitoreo de las temperaturas extremas del aire a nivel nacional durante la temporada de bajas temperaturas 2018. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente, 2018.
- TORRES, J. Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2004. 444 pp.
- TORRES, P. Diseño de hormigones en bajas temperaturas, para aplicación en las construcciones de la Estación Científica Antártica Ecuatoriana “Pedro Vicente

Maldonado”. Tesis para la obtención del grado magister en ingeniería de la construcción. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2015. 84 pp.

- The Chemical Company. (2006). BASF.
- VASQUEZ, M. Control del concreto en estado fresco y endurecido en clima frío, tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. 49 pp.

## **ANEXOS**

ANEXO 1: Matriz de consistencia

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable independiente</b>	Tipo: Aplicativo  Enfoque: Cuantitativo  Diseño: Experimental  Nivel: Correlacional
¿Cómo afecta las diferentes dosis de aditivo acelerante sobre concreto, relacionado a su resistencia a una temperatura ambiente a 0°C ?	Determinar la resistencia a compresión del concreto con diferente dosis de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C.	El aditivo acelerante afecta positivamente en la resistencia del concreto a una temperatura ambiente de 0°C.	Aditivo acelerante	
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Hipótesis específico</b>	<b>Variable dependiente</b>	
¿Cómo afecta el aditivo acelerante durante el tiempo fraguado a una temperatura ambiente de 0°C?	Determinar el tiempo fraguado del concreto con diferentes proporciones de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C.	El aditivo acelerante reduce el tiempo de fraguado a una temperatura ambiente de 0°C.	Resistencia a la compresión	
¿Cómo afecta el aditivo acelerante en la temperatura del concreto durante el tiempo fraguado a una temperatura ambiente de 0°C?	Determinar la temperatura del concreto con diferentes proporciones de aditivo acelerante a una temperatura ambiente de 0°C.	El aditivo acelerante aumenta la temperatura del concreto durante el tiempo fraguado a una temperatura ambiente de 0°C.		

## ANEXO 2: Ficha técnica de cemento andino



### Ficha Técnica

## CEMENTO ANDINO PREMIUM

#### Descripción:

- Es un Cemento Portland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

#### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

#### Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

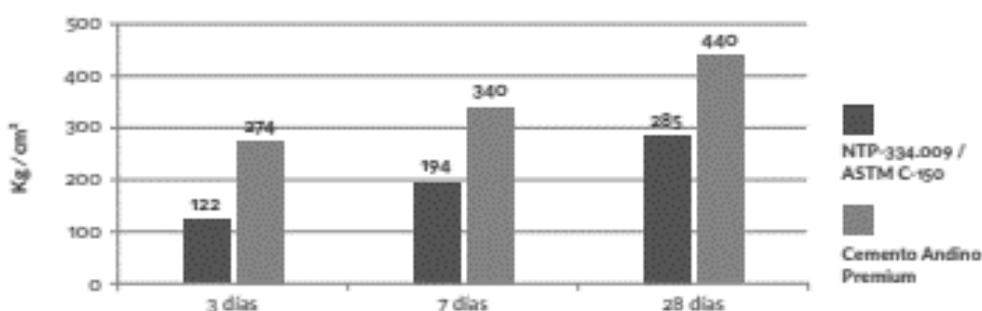
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5,08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0,01	Máximo 0,80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3,15	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1,93	Máximo 6,0
SO <sub>3</sub>	%	2,68	Máximo 3,0
Pérdida al fuego	%	1,49	Máximo 3,0
Residuo insoluble	%	0,69	Máximo 1,5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	15,53	No específica
C <sub>3</sub> S	%	57,35	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7,50	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10,61	No específica
<b>Alcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0,47	Requisito opcional, máximo 0,60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0,083	0,10 % máx. a 180 días

\*Requisito opcional

## ANEXO 3: Ficha técnica de Chema Entrampaire



**Hoja Técnica**  
**CHEMA ENTRAMPAIRE**  
Aditivo incorporador de aire que evita fisuramiento por efecto hielo deshielo del concreto.  
VERSION: 01  
FECHA: 23/11/2016

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<p>CHEMA ENTRAMPAIRE es un aditivo formulado a base de agentes tensoactivos, que producen un entrapamiento uniforme de aire entre el 3.5 y 7% en el concreto, brindando propiedades de plastificidad y flexibilidad a la mezcla. Ideal para lugares donde la temperatura desciende a menos de 0°C. Es compatible con todos los tipos de concretos, mezclas cementosas y morteros. No contiene cloruros.</p> <p>Cumple con las especificaciones de la norma ASTM C260.,</p>
<b>VENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aumenta la durabilidad del concreto, debido al entrapamiento de burbujas de aire dentro del concreto.</li><li>- Evita el fisuramiento del concreto por acción hielo y deshielo en zonas donde existen bajas temperaturas.</li><li>- Mejora la trabajabilidad facilitando el colocado y bombeo del concreto.</li><li>- Aumenta la resistencia química del concreto (ataques de sales y aguas agresivas).</li><li>- Reduce la exudación del concreto.</li><li>- Mejora las condiciones térmicas del concreto debido a sus conocidas propiedades como aislante térmico; haciéndole ideal para la construcción de viviendas, oficinas, hoteles, etc.</li><li>- Es compatible con otros los aditivos.</li><li>- Producto estable.</li></ul>
<b>USOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Concretos bombeados.</li><li>- Concretos elaborados en zonas donde existe bajas temperaturas.</li><li>- concretos que estarán expuestos a una gran radiación solar como losas, techos, estructuras de viviendas, edificios, pistas cubiertas de puentes, sin necesidad de juntas de dilatación.</li></ul>
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apariencia : Líquido.</li><li>- Color : Marrón.</li><li>- Densidad : 3.80 Kg/gal ± 0.10</li><li>- pH : 8.0 – 10.0</li><li>- Olor : Característico</li><li>- VOC : 0.0 g/L</li><li>- Solubilidad : Agua</li></ul>
<b>PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Añadir la dosis CHEMA ENTRAMPAIRE al agua de mezcla. Al usar un aditivo plastificante o retardador de fragua aumenta la acción del CHEMA ENTRAMPAIRE, por lo que se debe reducir la dosis. Las burbujas de aire aumentan el volumen del concreto, por lo que se debe disminuir el agregado fino y la dosis de agua.</li><li>- Se deben preparar mezclas pequeñas para definir la dosis adecuada, esta puede variar por influencia de las características de los componentes del concreto.</li></ul>



*Calidad que Construye*

Hoja Técnica

## CHEMA ENTRAMPAIRE

Aditivo incorporador de aire que evita fisuramiento por efecto hielo deshielo del concreto.

VERSION: 01  
FECHA: 23/11/2016

<b>RENDIMIENTO</b>	La dosis de CHEMA ENTRAMPAIRE es de 0.01% a 0.25% (4.25 m a 104 ml) del peso del cemento.
<b>PRESENTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Envase de 1 gal.</li><li>- Envase de 5 gal.</li><li>- Envase de 55 gal.</li></ul>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	1 año almacenado en su envase original, sellado en lugar fresco y bajo techo.
<b>PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES</b>	En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. Durante su manipulación no beber ni comer alimentos. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.

"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen convenientes, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

## ANEXO 4: Ficha técnica de Chema 3



**Chema**  
*Calidad que Construye*

Hoja Técnica  
**CHEMA 3**  
Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos.  
VERSION: 01  
FECHA: 29/08/2017

---

**DESCRIPCIÓN**      CHEMA 3 es un aditivo acelerante de fragua para mortero y concreto que puede ser empleado tanto en climas normales con temperatura ambiente como bajo cero grados centígrados. Acelera el desarrollo de las resistencias iniciales, haciéndose más notorio en temperaturas bajas. Además, actúa como un anticongelante e inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo. Es adecuado para cementos Portland Tipo I y Tipo V, puzolánicos. Libre de cloruros. Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo C.

---

**VENTAJAS**

- Acelera las resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desencofrar estructuras o elementos prefabricados.
- Permite una rápida puesta en servicio en pisos o losas de concreto.
- Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos sufran daños debido a los ciclos hielo-deshielo.
- Actúa como inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo, ideal para concreto armado.
- Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera.
- Es compatible con los aditivos plastificantes de la marca CHEMA.

---

**USOS**

- Para vaciados en cualquier clima, donde se requiere una rápida puesta en servicio.
- Para desencofrar en menor tiempo estructuras de concreto armado.
- En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; fraguará el concreto en la mitad del tiempo.
- Para reparaciones económicas y con rápida puesta en servicio.
- Para vaciados en terrenos sulfurosos.
- Para elementos de concreto pre fabricados.
- Para morteros y concretos con altas resistencias iniciales.
- Para morteros de inyección.
- Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas.
- Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales.

---

**DATOS TÉCNICOS**

- Aspecto                   : Líquido.
- Color                     : Amarillo.
- Densidad                 : 1.15 – 1.18 kg/L.
- pH                         : 8.0 – 11.0
- VOC                       : 0 g/L.

---

**PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO**

Se recomienda realizar pruebas a pequeña escala para determinar la dosis exacta para el uso en particular. La dosis varía por influencia de los componentes del cemento, el diseño y las condiciones ambientales de la zona.

Mezclar el CHEMA 3 en el agua de amasado al momento en que prepare la mezcla. Por ningún motivo añada sobre la mezcla seca

Se recomienda realizar ensayos previos si se realizan combinaciones de varios de

ATENCIÓN AL CLIENTE  
(511) 336-8407

Página 1 de 2



Calidad que Construye

Hoja Técnica

## CHEMA 3

Aditivo acelerante de fragua para morteros y concretos.

VERSION: 01

FECHA: 29/08/2017

nuestros productos.

Curar bien los elementos sobre todo desde el primer día hasta el 7<sup>mo</sup> día. Mejor si se usa curador de membrana CHEMA, el cual se aplica en cuanto haya desaparecido la exudación

---

**RENDIMIENTO** Utilizar según su necesidad, una de las siguientes dosificaciones de acuerdo al clima y tiempos requeridos:

- REDUCIDA: 500 ml (1/2 Litro) x bolsa de cemento.
- NORMAL: 750 ml (3/4 Litro) x bolsa de cemento.
- SUPERIOR: 1,000 ml (1 litro) x bolsa de cemento.

Dosis de 1.20 % a 4% del peso del cemento.

---

**PRESENTACIÓN**

- Envases de 1 gal.
- Envases de 5 gal.
- Envases de 55 gal.

---

**TIEMPO DE ALMACENAMIENTO** 24 meses almacenados en su envase original, sellado, bajo techo.

---

**PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES** En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012933).

Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.

No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

---

“La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines”

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

ATENCIÓN AL CLIENTE:  
(511) 336-8407

Página 2 de 2

## ANEXO 5: Ficha técnica de Manta de Curado Z



El mejor amigo del concreto

Av. Los Paisanos N° 675. Urb. La Campiña, Chorrillos. Lima - Perú  
☎ (01) 2523058 ☎ 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

Curadores de concreto

### Manta de Curado Z

**Descripción:** Manta reforzada de polipropileno con un interior absorbente que asegura un ambiente controlado y uniforme durante el curado de losas de concreto. Proporciona una hidratación óptima del concreto al retener el agua de la losa.

#### Ventajas

- Reduce la aparición de fisuras en el concreto.
- Aumenta la dureza y durabilidad del concreto.
- Mejora la resistencia a la abrasión.
- No mancha el concreto.
- Permite realizar un tratamiento posterior de la losa ya que no se crea ninguna película superficial.
- Fácil colocación sobre la superficie de concreto.

#### Usos

Utilizada principalmente para curado de losas de concreto. La manta podría trabajar simplemente con el agua de exudación de la losa de concreto, pero recomendamos humedecer un poco la misma para evitar que las fibras de su estructura se adhieran al concreto, se mejore el curado y sea fácil de retirar.

#### Aplicación

- Colocar sobre la superficie de concreto cuando esta presenta una exudación superficial del concreto (aparición del espejo de agua). Posteriormente, humedecer la superficie hasta que la manta se encuentre saturada de agua. Dependiendo del clima y de la zona donde se trabaje la manta podría requerir que se humedezca nuevamente.
- Se puede reutilizar hasta 5 veces.

#### Precauciones

Tratar de que la superficie donde se va a colocar se encuentre libre de objetos extraños como fierros de construcción o tuberías que podrían rasgar la manta al momento de retirar o que podrían evitar que la superficie de concreto esté en contacto con la manta.

E-mail: [ventas@zaditivos.com.pe](mailto:ventas@zaditivos.com.pe) | [cotizacion@zaditivos.com.pe](mailto:cotizacion@zaditivos.com.pe) | web site: [www.zaditivos.com.pe](http://www.zaditivos.com.pe)

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo. Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

## ANEXO 6: Diseño de mezcla

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b> <b>LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"</b>	Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  ABET Engineering Technology Accreditation Commission
<b>INFORME</b>		Pág. 1 de 6
<b>Del</b>	: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales	
<b>A</b>	: -REYES POMACANCHARI DEYSI DINA -TERREL CUEVA TANIA ISABEL	
<b>Obra</b>	: TESIS: ESTUDIO DEL EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE SOBRE EL CONCRETO RELACIONADO A SU RESISTENCIA A COMPRESION, TEMPERATURA AMBIENTE A 0°C.	
<b>Asunto</b>	: Diseño de mezcla $f'c = 310 \text{ Kg/cm}^2$	
<b>Expediente N°</b>	: 19-4162	
<b>Recibo N°</b>	: 68135	
<b>Fecha de emisión</b>	: 11/11/2019	

---

**1.0 DE LOS MATERIALES**

**1.1 Cemento:**  
Se utilizó cemento ANDINO Tipo I, proporcionado por el solicitante.

**1.2 Agregado Fino:**  
Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA sin cantera especificada .  
Las características se indican en el ANEXO 1.

**1.3 Agregado Grueso:**  
Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA sin cantera especificada .  
Las características se indican en el ANEXO 2.

**1.4 Combinación de Agregados:**  
La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

**1.5 Aditivo:**  
Aditivo marca CHEMA, INCORPORADOR DE AIRE ENTRAMPAIRE, con un P.E. de  $1 \text{ g/cm}^3$  y un  $\%W_{\text{cemento}}$  de 0.15%.

**1.6 Agua:**  
Se uso agua potable procedente de la red UNI.



  
  
MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

---

 <b>UNI-LEM</b> 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	 <a href="http://www.lem.uni.edu.pe">www.lem.uni.edu.pe</a>  <a href="mailto:lem@uni.edu.pe">lem@uni.edu.pe</a>  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"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Expediente N° : 19-4162

Pág. 2 de 6

### 2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ( $f'c = 310 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO ANDINO Tipo I

#### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 310 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	4"
Relación a/c de diseño	.....	0.45
Relación a/c de obra	.....	0.40
Proporciones de diseño	.....	1 : 1.55 : 1.66
Proporciones de obra	.....	1 : 1.62 : 1.67
Aditivo CHEMA, INCORPORADOR DE AIRE ENTRAMPAIRE	.....	63.8 g. por bolsa de cemento

#### 2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m³ DE CONCRETO

Cemento	.....	490 Kg.
Arena	.....	761 Kg.
Piedra	.....	814 Kg.
Agua	.....	221 L.
Aditivo CHEMA, INCORPORADOR DE AIRE ENTRAMPAIRE	.....	735.6 g.

#### 2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	490 Kg.
Arena	.....	793 Kg.
Piedra	.....	817 Kg.
Agua	.....	197 L.
Aditivo CHEMA, INCORPORADOR DE AIRE ENTRAMPAIRE	.....	735.6 g.

#### 2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50 Kg.
Arena	.....	68.71 Kg.
Piedra	.....	70.80 Kg.
Agua	.....	17.09 L.
Aditivo CHEMA, INCORPORADOR DE AIRE ENTRAMPAIRE	.....	63.8 g.

#### 2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

		CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Proporciones	.....	1	: 1.60	: 1.75
Agua	.....	17.09	L/bolsa	
Aditivo CHEMA, INCORPORADOR DE AIRE ENTRAMPAIRE	.....	63.8	g. por bolsa de cemento	

#### 3.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. T.M.T.



*Isabel Moromi Nakata*

MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
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





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

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



**ANEXO 2**

EXPEDIENTE N° : 19-4162

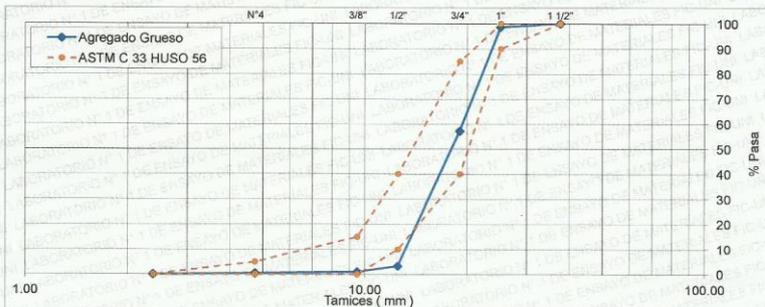
**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :**

Consiste en una Muestra de PIEDRA CHANCADA sin cantera especificada.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO 56
(Pulg)	(mm)				
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	1.4	1.4	98.6	90 - 100
3/4"	19.00	41.5	42.9	57.1	40 - 85
1/2"	12.50	53.9	96.8	3.2	10 - 40
3/8"	9.50	2.3	99.1	0.9	0 - 15
N°4	4.75	0.5	99.6	0.4	0 - 5
FONDO		0.4	100.0	0.0	

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA**



**C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Módulo de Fineza	7.40
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1429
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1582
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.76
Contenido de Humedad (%)	0.35
Porcentaje de Absorción (%)	0.51

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. T.M.T.

**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





**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



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Pág. 5 de 6

**ANEXO 3**

EXPEDIENTE N° : 19-4162

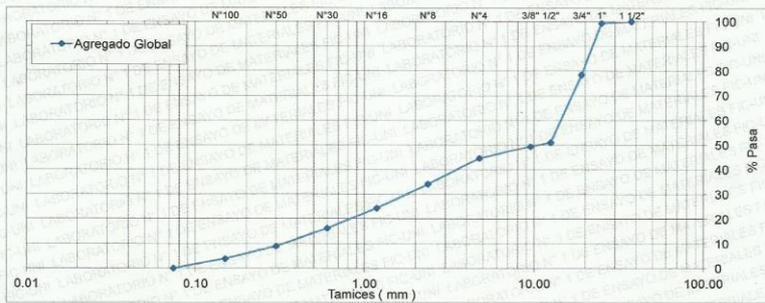
**1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :**

Consiste en una combinación de ARENA GRUESA sin cantera especificada y PIEDRA CHANCADA sin cantera especificada.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.7	0.7	99.3
3/4"	19.00	21.0	21.7	78.3
1/2"	12.50	27.3	49.0	51.0
3/8"	9.50	1.7	50.7	49.3
N°4	4.75	4.7	55.4	44.6
N°8	2.36	10.5	65.9	34.1
N°16	1.18	9.8	75.7	24.3
N°30	0.60	8.1	83.8	16.2
N°50	0.30	7.3	91.2	8.8
N°100	0.15	5.1	96.2	3.8
FONDO		3.8	100.0	0.0

**B) CURVA DE GRANULOMETRÍA**



**C) PROPIEDADES FÍSICAS**

Tamaño Nominal Máximo	3/4"
Módulo de Fineza	5.41
% Agregado Grueso	50.58
% Agregado Fino	49.42

**2. OBSERVACIONES:**

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. T.M.T.

**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





**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  
**ABET** Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission

Pág. 6 de 6

**ANEXO 4**

EXPEDIENTE N° : 19-4162

**1. CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLA DE CONCRETO FRESCO, POR EL MÉTODO DE PRESIÓN**

**A) MÉTODO DE ENSAYO**

Norma de referencia NTP 339.080:2017

**B) RESULTADOS**

FECHA DE MEZCLADO	PORCENTAJE DE AIRE EN EL CONCRETO
11/11/2019	5%

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

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. T.M.T.

**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



## ANEXO 7: Resultados de ensayo Slump

	<b>Metodo de Pueba Estandar para Asentamiento del Concreto ASTM C143-78</b>
---	---

**Proyecto** : Estudio del efecto del aditivo acelerante sobre concreto relacionado a su resistencia a compresión, temperatura de 0 ° C. **Registro No.** : R0021/19  
**Fecha de ensayo** : 2/11/2019

**Solicitante** : Deysi Dina Reyes Pomacanchari ;  
Tania Isabel Terrel Cueva

**Ubicación De Trabajo** : km 8.2, Carretera Central, Ate 15487

**Fecha De Emisión** : 14/11/2019

---

**Tipo de muestra** : SLUMP

**F'c De Diseño** : 310 kg/cm2

% ADITIVO ACELERANTE	SLUMP (pulg)
Concreto sin aditivo acelerante 0 %	4
Concreto con aditivo acelerante 1.2 %	4
Concreto con aditivo acelerante 2.6 %	3
Concreto con aditivo acelerante 4 %	3

Observaciones:

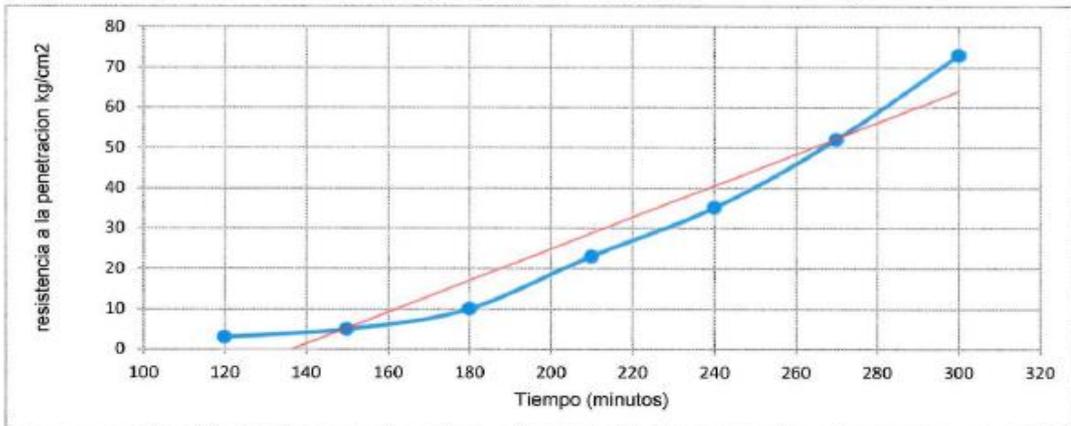
  
Ensayado por

## ANEXO 8: Resultados de ensayo Tiempo de Fraguado

	<b>Método De Prueba Estándar Para Tiempo De Fraguado De Mezclas De Concreto Por Penetración</b>  <b>ASTM C403 / C403M-08</b>
---	--

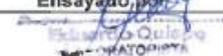
<b>Proyecto</b>	: Estudio del efecto del aditivo acelerante sobre concreto relacionado a su resistencia a compresión, temperatura de 0 ° C.	<b>Registro No.</b>	: R0020/19
		<b>Fecha de ensayo</b>	: 11/11/2019
<b>Solicitante</b>	: Deysi Dina Reyes Pomacanchari ; Tania Isabel Terrel Cueva		
<b>Ubicación De Trabajo</b>	: km 8.2, Carretera Central, Ate 15487		
<b>Fecha De Emisión</b>	: 14/11/2019		
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto con aditivo incorporador de aire (0.15%)		
<b>F'c De Diseño</b>	: 310 kg/cm2		
<b>Hora inicio</b>	: 09:00		
<b>Dosificación De Aditivo</b>	: 0.00%		
<b>Temperatura de ensayo</b>	: 0.0 ° C		

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Area de la aguja (mm.)	Resistencia a la Penetración (kg/cm2)
11:00:00 a.m.	2:00	120	147.76	3
11:30:00 a.m.	2:30	150	147.76	5
12:00:00 p.m.	3:00	180	147.76	10
12:30:00 p.m.	3:30	210	147.76	23
1:00:00 p.m.	4:00	240	147.76	35
1:30:00 p.m.	4:30	270	147.76	52
2:00:00 p.m.	5:30	300	147.76	73



<b>Diseño</b>	<b>Patrón</b>
<b>Inicio de fraguado</b>	<b>11:30</b>
<b>Final de fraguado</b>	<b>13:30</b>

**Observaciones:**

  
 Ensayado por  


**Proyecto** : Estudio del efecto del aditivo acelerante sobre concreto relacionado a su resistencia a compresión, temperatura de 0 ° C. **Registro No.** : R0021/19  
**Fecha de ensayo** : 12/11/2019

**Solicitante** : Deysi Dina Reyes Pomacanchari ;  
Tania Isabel Terrel Cueva

**Ubicación De Trabajo** : km 8.2, Carretera Central, Ate 15487

**Fecha De Emisión** : 14/11/2019

---

**Tipo de muestra** : Concreto con 1.2% de aditivo acelerante +0.15% de incorporador de aire

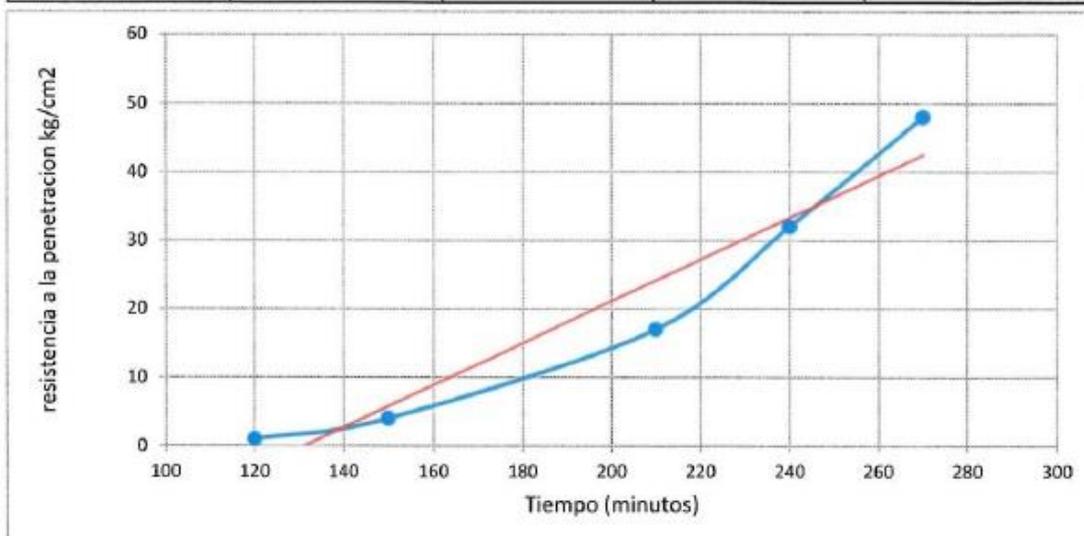
**F'c De Diseño** : 310 kg/cm2

**Hora inicio** : 09:00

**Dosificación De Aditivo** : 1.2%

**Temperatura de ensayo** : 0.0° C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Area de la aguja (mm.)	Resistencia a la Penetracion (kg/cm2)
11:30 am	2:00	120	147.76	1
12:00 am	2:30	150	147.76	4
1:00 pm	3:30	210	147.76	17
1:30 pm	4:30	240	147.76	32
2:00 pm	4:00	270	147.76	48



Diseño	1.20%
Inicio de fraguado	11:50
Final de fraguado	13:47

Observaciones:

Ensayado por



**Proyecto** : Estudio del efecto del aditivo acelerante sobre concreto relacionado a su resistencia a compresión, temperatura de 0 ° C. **Registro No.** : R0022/19  
**Fecha de ensayo** : 12/11/2019

**Solicitante** : Deysi Dina Reyes Pomacanchari ;  
Tania Isabel Terrel Cueva

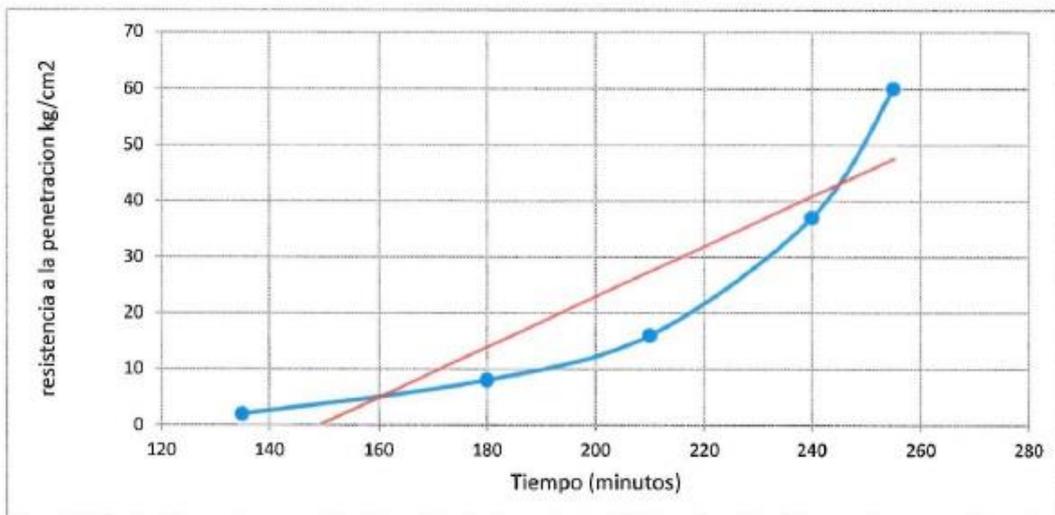
**Ubicación De Trabajo** : km 8.2, Carretera Central, Ate 15487

**Fecha De Emisión** : 14/11/2019

---

**Tipo de muestra** : Concreto con 2.6% de aditivo acelerante +0.15% de incorporador de aire.  
**F'c De Diseño** : 310 kg/cm2  
**Hora inicio** : 10:00  
**Dosificación De Aditivo** : 2.6%  
**Temperatura de ensayo** : 0.0° C%

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Area de la aguja (mm.)	Resistencia a la Penetracion (kg/cm2)
12:15 pm	2:15	135	147.76	2
1:00 pm	3:00	180	147.76	8
1:30 pm	3:30	210	147.76	16
2:00 pm	4:00	240	147.76	37
2:15 pm	4:15	255	147.76	60



<b>Diseño</b>	<b>2.6%</b>
<b>Inicio de fraguado</b>	<b>12:40</b>
<b>Final de fraguado</b>	<b>14:05</b>

**Observaciones:**

**Ensayado por**  
  
**Eduardo Quiroga**  
LABORATORISTA



**Método De Prueba Estándar Para Tiempo De Fraguado De Mezclas De Concreto Por Penetración**

**ASTM C403 / C403M-08**

**Proyecto** : Estudio del efecto del aditivo acelerante sobre concreto relacionado a su resistencia a compresión, temperatura de 0 ° C. **Registro No.** : R0023/19  
**Fecha de ensayo** : 12/11/2019

**Solicitante** : Deysi Dina Reyes Pomacanchari ;  
 Tania Isabel Terrel Cueva

**Ubicación De Trabajo** : km 8.2, Carretera Central, Ate 15487

**Fecha De Emisión** : 14/11/2019

---

**Tipo de muestra** : Concreto con 4.0% de aditivo acelerante +0.15% de incorporador de aire

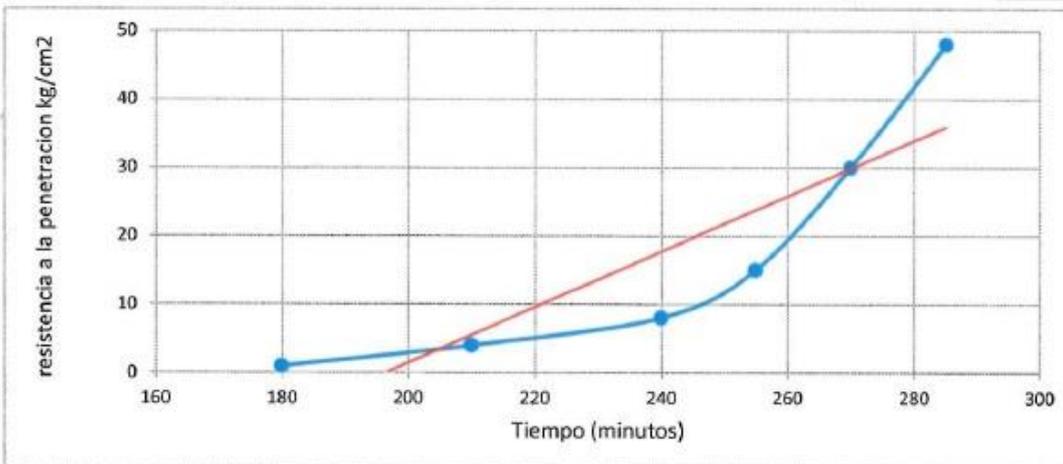
**F'c De Diseño** : 310 kg/cm2

**Hora inicio** : 10:00

**Dosificación De Aditivo** : 4.0%

**Temperatura de ensayo** : 0.0° C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Area de la aguja (mm.)	Resistencia a la Penetracion (kg/cm2)
1:00 pm	3:00	180	147.76	1
1:30 pm	3:30	210	147.76	4
2:00 pm	4:00	240	147.76	8
2:15 pm	4:15	255	147.76	15
2:30 pm	4:30	270	147.76	30
2:45 pm	4:45	285	147.76	48



<b>Diseño</b>	<b>4.0%</b>
<b>Inicio de fraguado</b>	<b>13:25</b>
<b>Final de fraguado</b>	<b>14:30</b>

Observaciones:

Ensayado por  
  
 Eduardo Quiroga  
 LABORATORIA

## ANEXO 9: Resultados de ensayo de Temperatura Interna del Concreto

	<p><b>Método De Prueba Estándar Para</b>  <b>Temperatura Del Concreto De Cemento Hidráulico Mezclado Recientemente</b>   <b>ASTM C1064/C1064M</b></p>
---	---

<b>Proyecto</b>	: Estudio del efecto del aditivo acelerante sobre concreto relacionado a su resistencia a compresión, temperatura de 0 ° C.	<b>Registro No.</b>	: R0024/19
<b>Solicitante</b>	: Deysi Dina Reyes Pomacanchari ; Tania Isabel Terrel Cueva		
<b>Ubicación De Trabajo</b>	: km 8.2, Carretera Central, Ate 15487		
<b>Fecha De Emisión</b>	: 14/11/2019		
<b>F'c De Diseño</b>	: 310 kg/cm2		

	Temperatura del concreto
concreto sin aditivo acelerante	23.6 ° C
concreto con aditivo acelerante 1.2 %	24.7 ° C
concreto con aditivo acelerante 2.6 %	26.1 ° C
concreto con aditivo acelerante 4.0%	27.8 ° C

**Observaciones:**

  
 Ensayado por \_\_\_\_\_

## ANEXO 10: Resultados de ensayo de Resistencia a la Compresión



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### INFORME

**Del** : Laboratorio de Mecánica de Suelos  
**A** : REYES POMACANCHARI DEYSI DINA  
 TERREL CUEVA TANIA ISABEL  
**Tesis** : ESTUDIO DEL EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE SOBRE EL CONCRETO, RELACIONADO A SU RESISTENCIA A COMPRESION, TEMPERATURA AMBIENTE 0°C.  
**Asunto** : Resistencia a Compresión  
**Fecha de emisión** : 02/12/2019

---

**F<sup>c</sup> de Diseño** : 310 kg/cm<sup>2</sup>  
**F<sup>cr</sup>** : 395 kg/cm<sup>2</sup>  
**Fecha de rotura** : 3 días

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO										
FACULTAD DE INGENIERIA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL										
CONTROL Y RESISTENCIA DE COMPRESION DEL CONCRETO										
<b>TITULO :</b>	ESTUDIO DEL EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE SOBRE EL CONCRETO, RELACIONADO A SU RESISTENCIA A COMPRESION, TEMPERATURA AMBIENTE A 0°C.									
<b>AUTORES :</b>	REYES POMACANCHARI, DEYSI DINA TERREL CUEVA, TANIA ISABEL									
<b>F<sup>c</sup> DISEÑO:</b>	310	kg/cm <sup>2</sup>	LUGAR							Laboratorio de Mecánica de Suelos
<b>F<sup>cr</sup></b>	395	kg/cm <sup>2</sup>								
N° DE PROBETA	FECHA DE ELABORACION	AREA DEL TESTIGO	% DE ADITIVO	FECHAS DE ROTURA 3 DIAS	CARGA (KG) 3 DIAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION 3 DIAS	PROMEDIO	% ADQUIRIDO (40%)	SLUMP	
1	02/11/2019	78.5	0	04/11/2019	7540	96.05	94.65	31%	4	
2	02/11/2019	78.5	0	04/11/2019	7320	93.25				
3	02/11/2019	78.5	1.2	04/11/2019	11830	150.70	140.66	45%	4	
4	02/11/2019	78.5	1.2	04/11/2019	8825	112.42				
5	02/11/2019	78.5	1.2	04/11/2019	12470	158.85				
6	02/11/2019	78.5	2.6	04/11/2019	12035	153.31	144.12	46%	3	
7	02/11/2019	78.5	2.6	04/11/2019	9085	115.73				
8	02/11/2019	78.5	2.6	04/11/2019	12820	163.31				
9	02/11/2019	78.5	4	04/11/2019	13335	169.87	151.06	49%	3	
10	02/11/2019	78.5	4	04/11/2019	13075	166.56				
11	02/11/2019	78.5	4	04/11/2019	9165	116.75				





UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INFORME

**Del** : Laboratorio de Mecánica de Suelos  
**A** : REYES POMACANCHARI DEYSI DINA  
 TERREL CUEVA TANIA ISABEL  
**Tesis** : ESTUDIO DEL EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE SOBRE EL CONCRETO, RELACIONADO A SU RESISTENCIA A COMPRESION, TEMPERATURA AMBIENTE 0°C.  
**Asunto** : Resistencia a Compresión  
**Fecha de emisión** : 02/12/2019  
**F'c de Diseño** : 310 kg/cm<sup>2</sup>  
**F'cr** : 395 kg/cm<sup>2</sup>  
**Fecha de rotura** : 7 días

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO										
FACULTAD DE INGENIERIA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL										
CONTROL Y RESISTENCIA DE COMPRESION DEL CONCRETO										
TITULO	ESTUDIO DEL EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE SOBRE EL CONCRETO, RELACIONADO A SU RESISTENCIA A COMPRESION, TEMPERATURA AMBIENTE A 0°C.									
AUTORES	REYES POMACANCHARI, DEYSI DINA TERREL CUEVA, TANIA ISABEL									
F'c DISEÑO	310	kg/cm <sup>2</sup>	LUGAR		Laboratorio de Mecánica de Suelos					
F'CR	395	kg/cm <sup>2</sup>								
Nº DE PROBETA:	FECHA DE ELABORACION	AREA DEL TESTIGO	% DE ADITIVO	FECHAS DE ROTURA 7 DIAS	CARGA (KG) 7 DIAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7 DIAS	PROMEDIO	% ADQUIRIDO (70%)	SLUMP	
1	02/11/2019	78.5	0	08/11/2019	15365	195.73	192.38	62%	4	
2	02/11/2019	78.5	0	08/11/2019	15505	197.52				
3	02/11/2019	78.5	0	08/11/2019	14435	183.89				
4	02/11/2019	78.5	1.2	08/11/2019	16875	214.97	218.56	71%	4	
5	02/11/2019	78.5	1.2	08/11/2019	16790	213.89				
6	02/11/2019	78.5	1.2	08/11/2019	17805	226.82				
7	02/11/2019	78.5	2.6	08/11/2019	18875	240.45	235.94	76%	3	
8	02/11/2019	78.5	2.6	08/11/2019	17700	225.48				
9	02/11/2019	78.5	2.6	08/11/2019	18988	241.89				
10	02/11/2019	78.5	4	08/11/2019	19015	242.23	240.40	78%	3	
11	02/11/2019	78.5	4	08/11/2019	19165	244.14				
12	02/11/2019	78.5	4	08/11/2019	18435	234.84				





UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INFORME

Del : Laboratorio de Mecánica de Suelos  
 A : REYES POMACANCHARI DEYSI DINA  
 TERREL CUEVA TANIA ISABEL  
 Tesis : ESTUDIO DEL EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE SOBRE EL CONCRETO, RELACIONADO A SU RESISTENCIA A COMPRESION, TEMPERATURA AMBIENTE 0°C.  
 Asunto : Resistencia a Compresión  
 Fecha de emisión : 02/12/2019  
 F<sup>c</sup> de Diseño : 310 kg/cm<sup>2</sup>  
 F<sup>cr</sup> : 395 kg/cm<sup>2</sup>  
 Fecha de rotura : 28 días

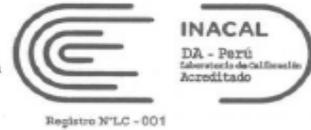
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO									
FACULTAD DE INGENIERIA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
CONTROL Y RESISTENCIA DE COMPRESION DEL CONCRETO									
<b>TITULO :</b>	ESTUDIO DEL EFECTO DEL ADITIVO ACELERANTE SOBRE EL CONCRETO, RELACIONADO A SU RESISTENCIA A COMPRESION, TEMPERATURA AMBIENTE A 0°C.								
<b>AUTORES :</b>	REYES POMACANCHARI, DEYSI DINA TERREL CUEVA, TANIA ISABEL								
<b>F<sup>c</sup> DISEÑO :</b>	310	kg/cm <sup>2</sup>	LUGAR		Laboratorio de Mecánica de Suelos				
<b>F<sup>cr</sup> :</b>	395	kg/cm <sup>2</sup>							
N° DE PROBETA:	FECHA DE ELABORACION	AREA DEL TESTIGO	% DE ADITIVO	FECHAS DE ROTURA	CARGA (KG)	RESISTENCIA A LA COMPRESION	PROMEDIO	% ADQUIRIDO (100%)	SLUMP
				28 DIAS	28 DIAS	28 DIAS			
1	02/11/2019	78.5	0	29/11/2019	27865	354.97	368.00	119%	4
2	02/11/2019	78.5	0	29/11/2019	29410	374.65			
3	02/11/2019	78.5	0	29/11/2019	29390	374.39			
4	02/11/2019	78.5	1.2	29/11/2019	33965	432.68	429.15	138%	4
5	02/11/2019	78.5	1.2	29/11/2019	34395	438.15			
6	02/11/2019	78.5	1.2	29/11/2019	32705	416.62			
7	02/11/2019	78.5	2.6	29/11/2019	36640	466.75	448.58	145%	3
8	02/11/2019	78.5	2.6	29/11/2019	35725	455.10			
9	02/11/2019	78.5	2.6	29/11/2019	33275	423.89			
10	02/11/2019	78.5	4	29/11/2019	38285	487.71	472.72	152%	3
11	02/11/2019	78.5	4	29/11/2019	36940	470.57			
	02/11/2019	78.5	4	29/11/2019	36100	459.87			



# ANEXO 11: Certificados de Calibración de Equipos



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-2063-2019



Fecha de emisión : 2019-06-15

Expediente N° : 83503  
Página 1 de 2

1. **Solicitante** : MUNABI E.I.R.L.
2. **Dirección** : Av. Nicolás Ayllón N° 2634 - Ate
3. **Instrumento calibrado** : **TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL**  
**Marca / Fabricante** : BOECO  
**Identificación** : TD3 (\*)  
**Serie** : No indica  
**Modelo** : No indica  
**Intervalo de indicación** : -50 °C a 300 °C  
**Resolución** : 0,1 °C  
**Sensor** : Termistor  
**Procedencia** : Alemania  
**Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Temperatura y Humedad de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2019 - 06 - 14
6. **Método de calibración**  
 La calibración se realizó por comparación directa según el procedimiento PC-MT-001 Rev. 07 " Procedimiento de Calibración de Termómetros con indicación Digital " de Metroil S.A.C.
7. **Trazabilidad**  
 Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM , en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

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

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-330	Termómetro Digital con incertidumbre del orden desde 0,0271 °C a 0,0387 °C	LT-362-2018 / INACAL - DM
IT-446	Termómetro Digital con incertidumbre del orden desde 0,0271 °C a 0,0387 °C	LT-363-2018 / INACAL - DM

Ing. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ  
Gerente Técnico (el)  
C.I.P.: 171505

### METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5655 / 999 048 181 Atención al Cliente: 975 193 739  
 Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe



#### 8. Condiciones de calibración

Tiempo de estabilización no menor a 10 min  
Profundidad de inmersión del sensor: 11 cm  
Temperatura ambiental : Inicial: 23,4 °C Final: 21,7 °C  
Humedad relativa : Inicial: 69,0 % H.R. Final: 61,9 % H.R.

#### 9. Resultados

INDICACION DEL TERMOMETRO ( °C )	CORRECCION ( °C )	TCV ( °C )	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICION ( °C )
14,7	0,30	15,00	0,11
19,6	0,40	20,00	0,10
24,6	0,40	25,00	0,10
89,7	0,30	90,00	0,11
180,5	-0,50	180,00	0,11

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro+ Corrección

#### 10. Observaciones

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", con identificación N° A-22136
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.
- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO



## METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 Lima 01- Lima - Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424  
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704  
E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CF-0009-2019

Exp. : 72993  
Fecha Emisión : 2019-01-24  
Página : 1 de 2

1. EQUIPO DE MEDICIÓN : PENETRÓMETRO
- |                          |             |                    |   |
|--------------------------|-------------|--------------------|---|
| Marca                    | : FORNEY    | Tipo de Ensayo     | : Compresión  |
| Modelo                   | : LA-3301   | Tipo Indicación    | : Analógico   |
| N° de Serie              | : No indica | Capacidad          | : 0 a 700 lbs/in <sup>2</sup> / 0 a 50 kg/cm <sup>2</sup> |
| Código de Identificación | : PF01 (*)  | Div. Mínima        | : 10 lbs/in <sup>2</sup> / 1 kg/cm <sup>2</sup>           |
| Procedencia              | : No indica | Clase de Exactitud | : No indica   |
| Ubicación                | : No indica |                    |   |
2. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2019-01-24
3. LUGAR DE CALIBRACIÓN : En las instalaciones del Laboratorio de Fuerza y Presión de METROIL S.A.C.
4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
- La calibración se realizó por comparación directa, utilizando patrones certificados.
5. TRAZABILIDAD
- Los resultados son trazables a la unidad de medida del Sistema Internacional de Unidades (SI)  
Se utilizaron los siguientes patrones

Trazabilidad Patrón utilizado	Patrón utilizado	
	Tipo de Patrón	Certificado de calibración
METROIL S.A.C	Pesas de 100 mg a 20 kg Clase Exactitud M2	M-1048-2018
METROIL S.A.C	Balanza Electrónica	MC-0204-2018

6. OBSERVACIONES
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" con identificación N° A-15495.
  - La periodicidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo de medición.
  - La incertidumbre de la medición es calculada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza aproximado del 95%.
- (\*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

  
  
FRANCISCO BACILIO CHAVEZ  
Jefe del Laboratorio de Fuerza y Presión



## METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú **Central Telef.:** (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424  
**Consulta Técnica:** (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704  
**E-mail:** ventas@metroil.com.pe / **Web:** www.metroil.com.pe

Certificado de calibración N° CF-0009-2019

Pág. 2 de 2

### 9. RESULTADOS

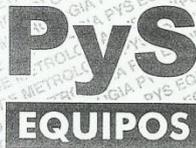
Condiciones Ambientales		
	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	19,9 °C
H. Relativa	70,1 % hr	71,2 % hr

Equipo a Calibrar <i>lbs/in<sup>2</sup></i>	Equipo Patrón <i>lbs/in<sup>2</sup></i>	Error <i>lbs/in<sup>2</sup></i>	Incertidumbre <i>lbs/in<sup>2</sup></i>
0,0	0,0	0,0	2,0
50,0	50,0	0,0	2,0
100,0	99,9	0,1	2,0
150,0	149,9	0,1	2,0
200,0	199,8	0,2	2,0
250,0	249,8	0,2	2,0
300,0	299,8	0,2	2,0
400,0	399,2	0,8	2,0
500,0	499,2	0,8	2,0
600,0	599,5	0,5	2,0
700,0	699,5	0,5	2,0

FIN DEL DOCUMENTO

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE METROIL S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número: 1269 / 19

Página 2 de 3

=====

OBJETO DE PRUEBA : PRENSA DE CONCRETO

TRABAJO REALIZADO : CALIBRACIÓN

METODO UTILIZADO : COMPARACIÓN DIRECTA

SITIO DE CALIBRACIÓN: KM 85 CARRETERA TARMA – SAN ROMAN – SAN ROMAN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

La MAQUINA descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana **NTC-ISO 7500-1** verificación de máquinas de ensayo uniaxiales estáticos. parte 1: maquinas de ensayo de tracción/compresión verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Error de Exactitud	-0,60	%	Error de cero	0	%
Error de Repetibilidad	0,17	%	Error por accesorios	--	%
Error de Reversibilidad	--	%	Resolución	0,101	%

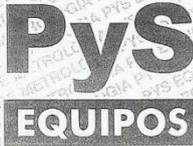
De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

Escala 100.000 kgf    Compresión    Clase 1    Desde el 10% hasta el 100%

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número: 1269 / 19

Página 3 de 3

TRAZABILIDAD:

<b>PATRÓN DE CALIBRACIÓN</b>		<b>CELDA DE CARGA</b>
Marca		PYS
Serie N°		91
Capacidad		200000 kg (nominal)
<b>INDICADOR DIGITAL</b>		<b>HIWEIGH</b>
Modelo		315-X5
Serie N°		0332565

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 478-16

UNIDADES EMPLEADAS Sistema internacional de unidades

RECOMENDACIONES:

- 1- Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
- 2- Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

FIRMAS AUTORIZADAS  
Authorized signatures.

Revisado por:  
Eler Pozo S.  
Dpto de Metrología

Calibrado por:  
Amed Castillo E.  
Técnico

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

# PyS EQUIPOS

## LABORATORIO DE METROLOGIA

1 DE 1

PROTOCOLO DE CALIBRACIÓN

Prueba No. 1269 -19

Fecha: 21/12/2019

FABRICANTE: FORNEY  
 SOLICITANTE: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.  
 UBICACIÓN: PARTE DE LOTES 120 Y 73 NRO. FND. LA ESTRELLA SUB LT B LIMA - LIMA - ATE  
 TIPO DE MAQUINA: PRENSA CONCRETO  
 No. SERIE: 17027  
 MODELO: F-1100KKNB-CPIL0T  
 CAPACIDAD MÁXIMA: 100000 kgf  
 DIVISIONES: 100000  
 DIVISIÓN DE ESCALA: (d) = (e) = 0.1  
 CARGA MÁXIMA: 120000 KGF

Lectura Máquina (Fi)		Lectura del patrón					PROMEDIO LECTURAS
		1(ASC)	2(ASC)	2(DESC)	3(ASC)		
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN	kN
10	10000	98.07	98.65	98.65	-----	98.56	98.65
20	20000	196.13	197.51	197.51	-----	197.70	197.51
30	30000	294.20	295.38	295.87	-----	295.57	295.57
40	40000	392.26	393.54	393.74	-----	393.74	393.74
50	50000	490.33	491.22	491.51	-----	491.31	491.31
60	60000	588.39	588.99	589.18	-----	589.09	589.09
70	70000	686.46	686.96	686.86	-----	686.96	686.96
80	80000	784.52	784.92	784.92	-----	785.12	784.92
90	90000	882.59	882.40	882.40	-----	882.50	882.40
100	100000	980.65	980.37	980.47	-----	980.37	980.37
Lectura máquina después de la fuerza		0	0	-----	-----	0	-----

Lectura Máquina (Fi)		Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre	
		Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios			
%	kgf	kN	q(%)	b(%)	v(%)	acc(%)	a(%)	U(%)
10	10000	98.07	-0.60	0.10	-----	-----	0.101	0.260
20	20000	196.13	-0.70	0.10	-----	-----	0.051	0.255
30	30000	294.20	-0.47	0.17	-----	-----	0.034	0.260
40	40000	392.26	-0.38	0.05	-----	-----	0.025	0.244
50	50000	490.33	-0.20	0.06	-----	-----	0.020	0.243
60	60000	588.39	-0.12	0.03	-----	-----	0.017	0.241
70	70000	686.46	-0.07	0.01	-----	-----	0.015	0.240
80	80000	784.52	-0.05	0.02	-----	-----	0.013	0.241
90	90000	882.59	0.02	0.01	-----	-----	0.011	0.240
100	100000	980.65	0.03	0.01	-----	-----	0.010	0.240
Error de cero lo (%)		0	0	No aplica	0	No aplica		Error máx. de cero(0)=0.00

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."



LABORATORIO DE METROLOGIA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CVM-0146-2017

Página 1 de 2

Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

Dirección : PARTE DE LOTES 120 Y 73 NRO. FND. LA ESTRELLA  
SUB LT B LIMA - LIMA - ATE

Instrumento de Medición : MEDIDOR DE AIRE CONFINADO

Indicación : ANALÓGICA

Alcance de Indicación : 0% a 100% de aire

Div. Mínima de Escala : 0.1% (0% a 6%) 0.2% (6% a 8)  
0.5% (8% a 15%) 1% (15% a 30%)  
5% (30% a 50%) 10% (50% a 100%)

Fabricante : FORNEY

Modelo : LA-0316

Serie : 165

Procedencia : USA

Lugar de Calibración : Lab. Metrología de PyS EQUIPOS EIRL

Fecha de Calibración : 21-12-2017

Fecha de emisión : 21-12-2017

### Método de calibración empleado

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las indicaciones del instrumento en % de presión de aire

### Observaciones

El porcentaje de volumen de aire se calcula como la fracción del volumen desajado del equipo entre el volumen de agua dentro del recipiente lleno, multiplicado por 100%.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto. PyS EQUIPOS EIRL, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es el responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos  
(\* ) asignado por PYS EQUIPOS

Calle 4, Mz F1-Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CVM-0146-2017**

Página 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los patrones nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM-INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

**PATRONES DE REFERENCIA**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL	Juego de Pesas	LP-608, 609 - 2017
Patrón de referencia de INACAL	Manómetro de Indicación Digital	LFP-C-113-2017

**CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial		Final	
Temperatura	20,0	°C	20,0	°C
Humedad Relativa	70	%	70	%

**RESULTADOS DE LA MEDICIÓN**

Masa Recipiente	Incertidumbre (k=2) U
3 547,4 g	0,2 g

Volumen	Incertidumbre (k=2) U
7 056,4 g	0,5 ml

Densidad Aire Lugar de calibración	Incertidumbre (k=2) U
1,165 kg/m <sup>3</sup>	0,002 g/m <sup>3</sup>

Densidad Agua Destilada	Incertidumbre (k=2) U
0,999 g/m <sup>3</sup>	0,060 g/cm <sup>3</sup>

Indicación Medidor de aire (% de aire)	División Mínima Medidor de Aire (% de aire)	Volumen de Agua Medido (ML)	Cantidad de Aire Estimado (% de aire)	Desviación Encontrada (% de aire)	Incertidumbre medidor de aire U (k=2)
5,0	0,1	349,8	5	0,0	0,1

**ENSAYO DE CARGA DIRECTA**

Lectura Patrón (PSI)	Lectura L1 (PSI)	Lectura L2 (PSI)	Lectura L3 (PSI)	Promedio (PSI)	Error (PSI)
5,0	4,9	4,9	4,8	4,9	-0,2
10,0	9,9	9,9	9,8	9,9	-0,1
15,0	14,9	14,8	14,9	14,9	-0,1

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1.104-en:2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tomen en cuenta los factores de influencia durante la calibración. La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo. La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre estándar combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

*Amed*  
 Calibrado por:  
 Amed Castillo Espinoza



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 283 - 2017***Área de Metrología  
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	17489	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.	
3. Dirección	Parte de Lotes 120 y 73 N° Fnd. La Estrella Sub Lt. B - Ate - LIMA.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son validos 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 reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460676	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2017-06-12	

Fecha de Emisión                      Jefe del Laboratorio de Metrología

2017-06-12

Sello

  
JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282  
RPM: \*849272 / #971439282 / #942635342

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)  
WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

**HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas**

**1. OBJETO**

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto.

**2. REFERENCIAS NORMATIVAS**

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

**2.1 Normas Técnicas Peruanas**

- |       |                  |   |
|-------|------------------|---|
| 2.1.1 | NTP 339.033:1999 | HORMIGÓN. Método de ensayo para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra                     |
| 2.1.2 | NTP 339.059:2001 | HORMIGÓN (CONCRETO). Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (concreto) |

- 2.2.4      ASTM E 4:2007      Standard Practices for Force Verification of Testing Machines

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a concretos con peso unitario mayores de  $800 \text{ kg/m}^3$ .

### 4. SÍNTESIS DEL MÉTODO DE ENSAYO

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta.

### 5. SIGNIFICADO Y USO

5.1      Se deberá tener cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de resistencias a la compresión por este método de ensayo considerando que los valores obtenidos dependerán del tamaño y forma de la probeta, tanda, proceso de mezclado, método de muestreo, moldeo y elaboración, edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

5.2      Este método de ensayo es usado para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas preparadas y curadas de conformidad con las NTP 339.033, NTP 339.183, NTP 339.037 y NTP 339.216 y los métodos de ensayo de las NTP 339.059 y NTP 339.214.

5.3      Los resultados de este método de ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclado y operaciones de colocación; determinación del cumplimiento con las especificaciones; control para la evaluación de la efectividad de los aditivos; y usos similares.

5.4 El personal que ensaya los cilindros de concreto deberá cumplir los requisitos técnicos requeridos, incluyendo un examen de desarrollo del ensayo evaluado por un examinador independiente.

## 6. APARATOS

6.1 Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga indicada en 8.5.

6.1.1 La verificación de la calibración de las máquinas de ensayo de conformidad con la ASTM E 4, excepto que el rango de verificación de la carga será como lo indicado en 6.3. La verificación requerida será bajo las siguientes condiciones:

6.1.1.1 Al menos anualmente, pero no debe exceder los 13 meses.

6.1.1.2 Sobre una instalación original o inmediatamente después de una reubicación.

6.1.1.3 Inmediatamente después de reparaciones o ajustes que afectan la operación del sistema de aplicación de fuerzas o los valores mostrados sobre el sistema de indicación de carga, excepto por ajuste de cero que es compensado por los bloques de ensayo o la probeta o ambos, o

6.1.1.4 Cuando haya razón para dudar de la aproximación de las cargas indicadas.

6.1.2 Diseño: El diseño de la máquina deberá incluir los siguientes factores:

6.1.2.1 La máquina deberá ser operada por energía (no manual) y aplicar la carga continua sin intermitencia ni detenimiento. Si tiene una sola velocidad de carga (cumpliendo el requisito de 8.5), deberá estar provisto con un medio suplementario para cargar a una velocidad conveniente para su verificación.

6.1.2.2 El espacio previsto para las probetas de ensayo será bastante grande para acomodar, en posición idónea, un dispositivo elástico de calibración suficiente capacidad para cubrir el rango potencial de cargas de la máquina de ensayo y que cumpla con los requisitos de la ASTM E 74.

NOTA 1: Los tipos de dispositivos elásticos de calibración y más comúnmente usados para estos propósitos son el anillo circular de prueba y la celda de carga.

6.1.3 Exactitud: La exactitud de la máquina de ensayo será de conformidad con las siguientes provisiones:

6.1.3.1 El porcentaje de error para las cargas dentro del rango de uso propuesto de la máquina de ensayo no excederá  $\pm 1,0$  % de la carga indicada.

6.1.3.2 La exactitud de la máquina de ensayo será verificada por aplicación de 5 ensayos de carga en 4 incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente. La diferencia entre cualquiera de 2 cargas de ensayo sucesivas no excederá un tercio de la diferencia entre las cargas de ensayo máxima y mínima.

6.1.3.3 La carga de ensayo como la indicada por la máquina y la carga aplicada evaluada de las lecturas del dispositivo de verificación serán registradas en cada punto de ensayo. Calcular el error, E, y el porcentaje de error, Ep. Para cada punto de esta data como sigue:

$$E = A - B \quad (1)$$

$$E_p = 100 (A - B) / B$$

Donde:

A Carga, kN indicada por la máquina que está siendo verificada  
B Carga aplicada, kN como lo determinado por el dispositivo de calibración

6.1.3.4 El reporte sobre la verificación de una máquina de ensayo, indicará dentro que rango de carga se obtienen requisitos de las especificaciones preferentemente una aceptación o rechazo. En ningún caso el rango de cargas será indicado como la inclusión de cargas debajo del valor 100 veces el menor cambio de carga sobre el mecanismo de indicación de

carga de la máquina de ensayo o cargas, dentro la porción de rango debajo del 10 % de su capacidad máxima.

6.1.3.5 En ningún caso el rango de cargas será fijado incluyendo cargas fuera del rango aplicado durante la verificación del ensayo.

6.1.3.6 La carga indicada de una máquina de ensayo no será corregida por cálculos o por el uso de un diagrama de calibración para obtener valores dentro el requisito de variación permisible.

6.2 La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes (Nota 2), una de las cuales se asentará sobre una rótula, que le permita acomodarse a la superficie superior de la probeta y el otro sobre un sólido bloque en el que se asienta la misma. Las caras de los bloques tendrán una dimensión mínima de al menos 3 % mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas. Excepto para los círculos concéntricos descritos más adelante, las caras no se apartarán de un plano o superficie horizontal por más de 0,02 mm en bloques de 150 mm o diámetros de 150 mm o mayores, o por más que 0,002 mm en el diámetro de cualquier bloque pequeño; los bloques nuevos serán fabricados dentro la mitad de esta tolerancia. Cuando el diámetro de la cara del bloque que se asienta en la rótula excede el diámetro de la probeta por más de 13 mm, se inscribirán círculos concéntricos, para facilitar un apropiado centrado, de no más de 0,8 mm de profundidad y no más de 1 mm de ancho.

NOTA 2: Es deseable que las caras de los bloques usados en ensayos de resistencia a la compresión del concreto tengan una dureza Rockwell de no menos de 55 HRC.

6.2.1 Los bloques de la bases estarán de conformidad con los siguientes requerimientos:

6.2.1.1 El bloque de base es especificado para el propósito de proveer una superficie para las condiciones especificadas (Nota 3). Las superficies superior e inferior serán paralelas una con la otra. Si la máquina de ensayo es diseñada tal que el plato posea las condiciones superficiales especificadas, un bloque base no es requerido. Su menor dimensión horizontal será al menos un 3 % mayor que el diámetro de la probeta a ser ensayada. Los círculos concéntricos como lo descrito en 6.2 son opcionales en el bloque de base.

NOTA 3: El bloque puede ser sujetado al cabezal de la máquina de ensayo.

6.2.1.2 El centrado final debe ser hecho con referencia al bloque esférico superior. Cuando el bloque inferior es usado para el centrado de la probeta, el centro del círculo concéntrico, el centro del bloque deberá estar directamente debajo del centro de la rótula superior. Las provisiones serán hechas sobre la placa de la máquina para asegurar esta posición.

6.2.1.3 El bloque de base de rotura tendrá al menos un espesor de 25 mm cuando está nueva, y al menos 22,5 mm de espesor cuando está usada.

6.2.2 El bloque superior tendrá los siguientes requerimientos:

6.2.2.1 El máximo diámetro del bloque y de la probeta no excederán de:

Diámetro de probeta de ensayo	Máximo diámetro
mm	mm
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

NOTA 4: Las caras rectangulares son permisibles, pero el diámetro del círculo inscrito más alejado posible no excederá el diámetro antedicho.

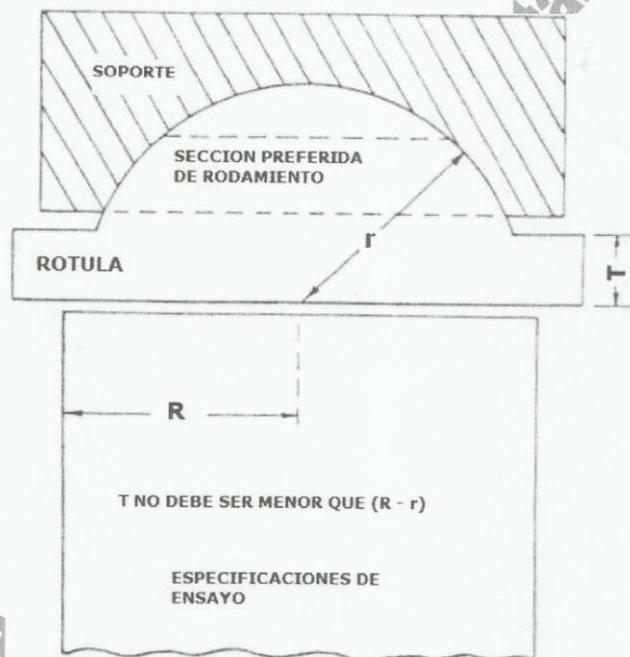
6.2.2.2 El centro de la rótula coincidirá con la superficie de la cara de rotura con una tolerancia de  $\pm 5\%$  el radio de la rótula. El diámetro de la rótula será de al menos 75 % el diámetro de la probeta a ser ensayada.

6.2.2.3 La rótula y el soporte serán diseñados de tal forma que el acero en el área de contacto no se deformará permanentemente cuando esté cargado a la capacidad de la máquina de ensayo.

NOTA 5: El área de contacto está en la forma de un anillo (Descrito como área preferente de abertura) como lo mostrado en la Figura 1.

6.2.2.4 Las superficies del soporte y la porción esférica serán mantenidas limpias y lubricadas con un aceite de motor convencional, no con una de tipo grasa. Luego del contacto de la probeta y la aplicación de una pequeña carga inicial, no deberá producirse la inclinación adicional del bloque de asiento esférico.

6.2.2.5 Si el radio de la rótula es menor que el radio mayor de la probeta a ser ensayada, la porción de la cara de rotura extendida más allá de la rótula tendrá un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la rótula y el radio de la probeta. La menor dimensión de la cara de rotura será al menos de la misma dimensión que el diámetro de la rótula (Véase Figura 1).



NOTA: la provisión será hecha para sostener la rótula en el soporte y para sostener la unidad entera en la máquina de pruebas.

FIGURA 1 – Presentación esquemática de una rótula típica de abertura

6.2.2.6 La porción móvil del bloque de rotura, será tal que dicha cara pueda rotar libremente al menos  $4^\circ$  en cualquier dirección.

6.2.2.7 Si el bloque superior es un diseño compuesto de dos piezas, una porción esférica y la placa de rotura, se proveerá de un medio mecánico para asegurar que la porción esférica esté fijada y centrada.

### 6.3 Indicación de carga

6.3.1 Si la carga de una máquina de compresión usada en ensayos de concreto es registrada sobre un dial, el dial será provisto con una escala graduada legible al menos con una aproximación de 0,1 % de la escala total de carga (Nota 6). El dial será legible dentro el 1 % de la carga indicada a cualquier nivel de carga dado dentro el rango de cargado. En ningún caso el rango de cargas de un dial sería considerado para incluir cargas debajo del valor que es 100 veces el menor cambio de carga que pueda ser leído en la escala. La escala estará provista con una línea de graduación igual a cero y será numerada. El indicador del dial será de suficiente longitud para alcanzar las marcas de graduación; el ancho del terminal del indicador no excederá la distancia libre entre las graduaciones más pequeñas. Cada dial será equipado con un ajuste de cero ubicado fuera del origen y fácilmente accesible, donde se observe la marca cero y el terminal del dial. Cada dial será equipado con un accesorio sustituto que todas las veces, mientras se resetea, indicará dentro el 1 % de aproximación la máxima carga aplicada a la probeta.

NOTA 6: Legible es considerado a ser 0,5 mm a lo largo del arco descrito por el terminal del indicador. También, una mitad del intervalo de escala es legible con razonable certeza cuando el espacio sobre el mecanismo indicador de carga está entre 1 mm y 2 mm. Cuando el espacio entre 2 mm y 3 mm, un tercio del intervalo de escala es legible con razonable certeza. Cuando el espacio es de 3 mm o más, un cuarto del intervalo de escala es legible con razonable certeza.

6.3.2 Si la carga de la máquina de ensayo es indicada en forma digital, la observación numérica en la pantalla deberá ser apropiada para que la lectura se haga sin dificultad. En ningún caso sería verificado el rango de cargas incluyendo cargas menores que el mínimo incremento numérico multiplicado por 100. La aproximación de la carga indicada deberá estar en el 1 % para cualquier valor mostrado dentro del rango de carga verificado. Las provisiones serán hechas para indicar el verdadero cero al cero de carga. Además se proveerá de un máximo indicador de carga que, mientras se vuelve a cero carga el sistema, indicará dentro el 1 % la carga máxima aplicada a la probeta.

## 7. PROBETAS

7.1 Las probetas no serán ensayadas si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 %.

NOTA 7: Esto puede ocurrir cuando el uso de un molde simple ha sido dañado o deformado durante el transporte, cuando se usan moldes simples flexibles estos se deforman durante el moldeo o cuando una extracción es defectuosa o en cambios durante la extracción.

7.2 Antes del ensayo, ninguna base de las probetas de ensayo se apartarán de la perpendicularidad a los ejes por más de  $0,5^\circ$  (aproximadamente equivalente a 1 en 100 mm). Las bases de compresión de las probetas que no sean planas dentro los 0,050 mm, serán cortadas o cepilladas para cumplir la tolerancia indicada, o capeadas de conformidad con la NTP 339.037 o cuando se la permita, la NTP 339.216. El diámetro usado para el cálculo del área de la sección recta de la probeta de ensayo será determinado con aproximación de 0,25 mm por el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto uno del otro y cerca de la altura media de la probeta.

7.3 El número de cilindros individuales medidos para la determinación del diámetro promedio será de uno por cada diez probetas o tres probetas por día, el que sea mayor. Si todos los cilindros son hechos de un lote de moldes re-usables o de uso simple, que consistentemente producen cilindros con diámetros promedio dentro el rango de 0,5 mm. Cuando el diámetro promedio no está en el rango anteriormente descrito o cuando los cilindros no son hechos de un simple lote de moldes, cada cilindro de ensayo deberá ser medido y el valor usado en calcular la unidad de resistencia a la compresión de cada probeta. Cuando los diámetros son medidos a frecuencias reducidas, las áreas de la sección recta de todos los cilindros ensayados en el mismo día serán computados del promedio de los diámetros de tres o más cilindros representativos del grupo ensayados ese día.

7.4 Si el cliente que solicita los servicios de ensayo requiere mediciones de densidad de las probetas, determinar la masa de las mismas antes del capeado. Retirar cualquier humedad superficial con una toalla y medir la masa del cilindro usando una balanza con aproximación de 0,3 % de la masa que se está midiendo. Medir la longitud de la probeta con aproximación a 1 mm en tres espacios separados equidistantemente alrededor de la circunferencia. Evaluar la longitud promedio y registrarlo con aproximación de 1 mm. Alternativamente determinar la densidad del cilindro por peso del mismo en el aire y también sumergido en el agua a  $23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2,0\text{ }^\circ\text{C}$  y hallar el volumen de conformidad con 9.3.1.

7.5 Cuando la determinación de densidad no es requerida y la relación de longitud a diámetro es menor que 1,8 o mayor que 2,2; medir la longitud de la probeta con aproximación de 0,05 D

## 8. PROCEDIMIENTO

8.1 Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán hechas tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje de humedad.

8.2 Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmedos.

8.3 Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
28 d	± 20 h ó 3,0 %
90 d	± 48 h ó 2,2%

8.4 Colocación: Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.

8.4.1 Verificación del cero y asiento del bloque: Antes de ensayar la probeta, verificar que el indicador de carga este en cero, ajustar el indicador (Nota 8). Como el bloque asentado sobre la rótula es aplicado sobre la probeta, rotar su porción móvil cuidadosamente con la mano a fin de que el asiento sea uniforme.

NOTA 8: La técnica usada para la verificación y ajuste del indicador de carga a cero variará dependiendo del fabricante de la máquina. Consulte con su manual idóneo o calibrador de máquinas de compresión para una técnica apropiada.

8.5 Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento.

8.5.1 La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s (Véase Nota 9). La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.

NOTA 9: Para una máquina de ensayo de tornillo o de desplazamiento controlado, preliminarmente al ensayo será necesario establecer la velocidad requerida de movimiento para alcanzar la velocidad de esfuerzo especificado. La velocidad requerida de movimiento dependerá del tamaño del espécimen de ensayo, el módulo de elasticidad del concreto y de la solidez de la máquina de ensayo.

8.5.2 Durante la aplicación de la 1ra. mitad de la fase de la carga anticipada, una alta velocidad de carga será permitida. La alta velocidad de carga será aplicada de manera controlada.

8.5.3 No hacer ajustes en la velocidad de movimiento cuando la carga final está siendo aplicada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen.

8.6 Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Figura 2). Para una máquina de ensayo, el cierre automático de la máquina de ensayo está prohibido mientras la carga ha caído a un valor menor del 95 % de la carga máxima. Cuando se ensayan con capas de embonado, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados en la Figura 2 puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen ha sido alcanzado. Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Figura 2, esquematizar y describir el patrón de fractura brevemente. Si la resistencia medida es menor a lo esperada, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, y verificar el refrentado de conformidad con las NTP 339.037 o NTP 339.216.

## 9. CÁLCULOS

9.1 Calcular la resistencia a la compresión del espécimen por dividir la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección recta determinada como se describe en el capítulo 7 y expresar el resultado con aproximación a 0,1 MPa.

9.2 Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1,75 o menor, corregir el resultado obtenido en 9.1 por un apropiado factor de corrección mostrado en la siguiente tabla (Nota 10):

L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,98	0,96	0,93	0,87

Use la interpolación para determinar los factores de corrección para los valores L/D indicados en la tabla.

NOTA 10: Los factores de corrección dependen de varias condiciones como son: humedad, nivel de resistencia, y módulo de elasticidad. Los valores promedio están indicados en la tabla. Estos factores de corrección se aplican a concretos de baja densidad que pesan entre 1600 kg/m<sup>3</sup> y 1920 kg/m<sup>3</sup> y a concreto de densidad normal. Ellos son aplicables a concretos secos o humedecidos al tiempo de cargados y para concretos con resistencia nominal de 14 MPa a 42 MPa. Para mayores resistencias que 42 MPa los factores de corrección pueden ser mayores que los listados anteriormente.

9.3 Cuando sea requerido, calcular la densidad del espécimen con aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup> como sigue:

$$\text{Densidad} = W / V \quad (2)$$

Donde:

W Masa del espécimen, kg y  
V Volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua, m<sup>3</sup>

8.3.1 Cuando el volumen del cilindro es determinado del peso sumergido, calcular el volumen como sigue:

$$\text{Volumen} = W - W_s / D_a$$

Donde:

Ws Masa aparente del espécimen sumergido, kg  
Da Densidad del agua a 23 °C = 997,5 kg/m<sup>3</sup>

## 10. REPORTE

10.1 Reportar la siguiente información:

10.1.1 Número de identificación

10.1.2 Diámetro (y longitud, si está fuera del rango de 1,8D a 2,2D), mm

10.1.3 Área de la sección recta, mm<sup>2</sup>

10.1.4 Carga máxima, KN

10.1.5 Resistencia a la compresión calculado con aproximación a 0,1 MPa

10.1.6 Tipo de fractura, si es diferente al cono usual (Véase Figura 2).

10.1.7 Defectos en el espécimen o en el refrentado.

10.1.8 Edad del espécimen.

10.1.9 Cuando sea requerida, la densidad con aproximación a  $10 \text{ kg/m}^3$ .

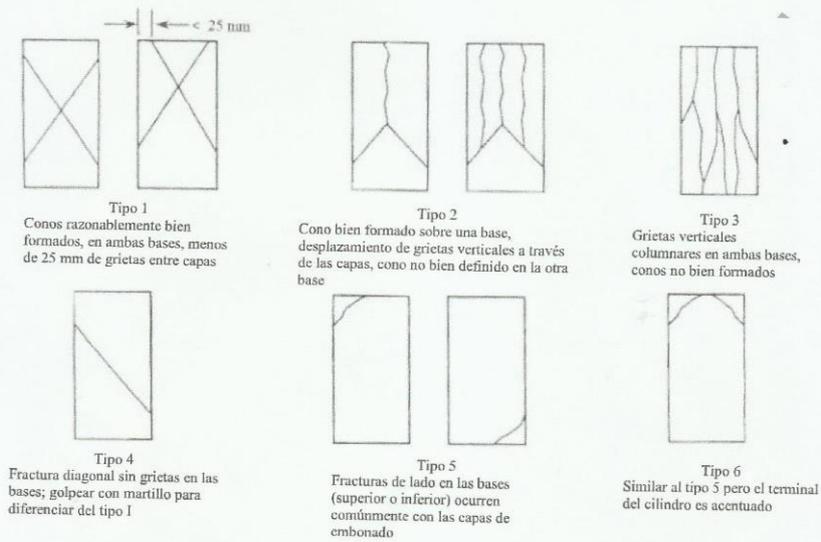


FIGURA 2 - Esquema de los patrones de tipos de fracturas

## 11. PRECISIÓN Y SESGO

### 11.1 Precisión

11.1.1 Repetibilidad: La tabla siguiente provee la precisión de repetibilidad de cilindros de ensayo de 150 mm por 300 mm y de 100 mm por 200 mm hechos de una muestra de concreto bien elaborada bajo condiciones de laboratorio y obra (Véase 11.1.2).

11.1.2 El coeficiente de variación en el laboratorio representa la variación esperada de mediciones de resistencia en cilindros preparados de una misma muestra de concreto y ensayados por un laboratorio a una misma edad. Los valores indicados para el coeficiente de variación en el laboratorio para cilindros de 150 x 300 mm son aplicables para resistencia a la

compresión entre 15 MPa y 55 MPa y para cilindros de 100 mm x 200 mm son aplicables para resistencias a la compresión entre 17 MPa y 32 MPa.

11.1.3 Precisión multi-laboratorio: El coeficiente de variación del multi-laboratorio para resultados de ensayos de resistencia a la compresión en cilindros de 150 mm x 300 mm. ha sido fijado en 5,0%; de ahí que, los resultados de ensayos apropiadamente conducidos por 2 laboratorios sobre especímenes preparados de una misma muestra de concreto no se espera diferir en más del 14% del promedio (Véase Nota 11). Un resultado de ensayo de resistencias es el promedio de 2 cilindros ensayados a una misma edad.

NOTA 11: La precisión multi-laboratorio no incluye variaciones asociadas con la preparación de especímenes para el ensayo de rotura por diferentes operadores o muestras independientes de concreto. Estas variaciones son causales del incremento del coeficiente de variación en reproducibilidad.

11.1.4 La data del multi-laboratorio fue obtenida de un programa organizado de 6 ensayos de resistencia donde los especímenes cilíndricos de 150 mm x 300 mm fueron preparados en un mismo lugar y ensayados en diferentes laboratorios. El rango del promedio de resistencias de este programa fue de 17,0 MPa a 90 MPa.

TABLA

	Coeficiente de variación	Rango aceptable de	
		2 Cil	3 Cil
Cil. de 150 mm x 300 mm			
Condic. de laborat.	2,4 %	6,6 %	7,8 %
Condic. de Obra	2,9 %	8,0 %	9,5 %
Cil. de 100 mm y 200 mm			
Condic. de laborat.	3,2 %	9,0 %	10,6 %

11.2 **Sesgo:** Desde que no es aceptado ningún material de referencia, no existe a la fecha un estadístico sobre sesgo.

ANEXO 13: Fotografías







Rotura a los 3 días





Rotura a los 7 días







Rotura a los 28 días



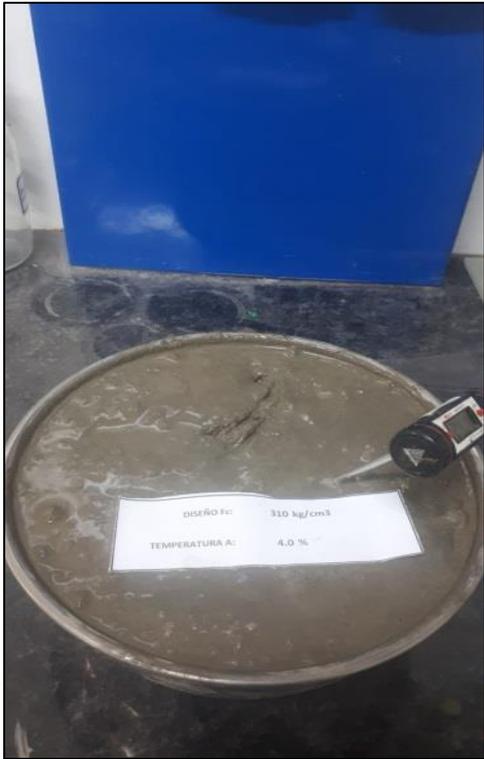
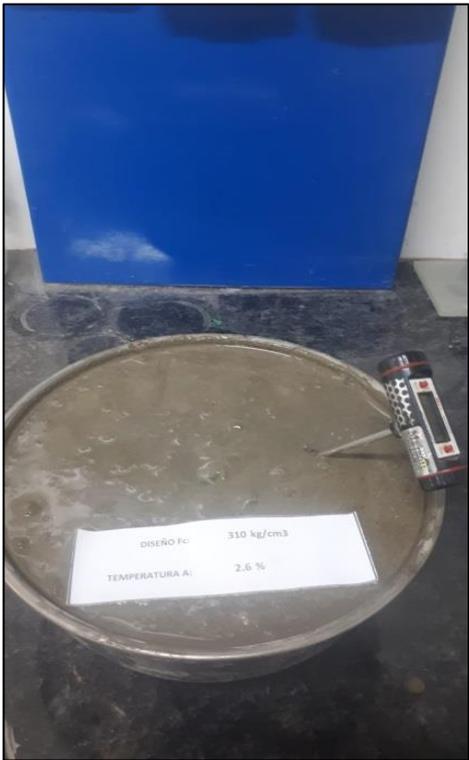
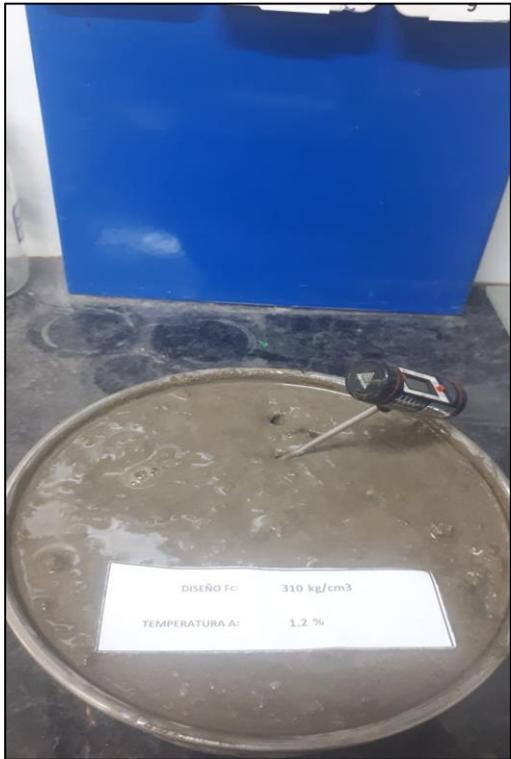
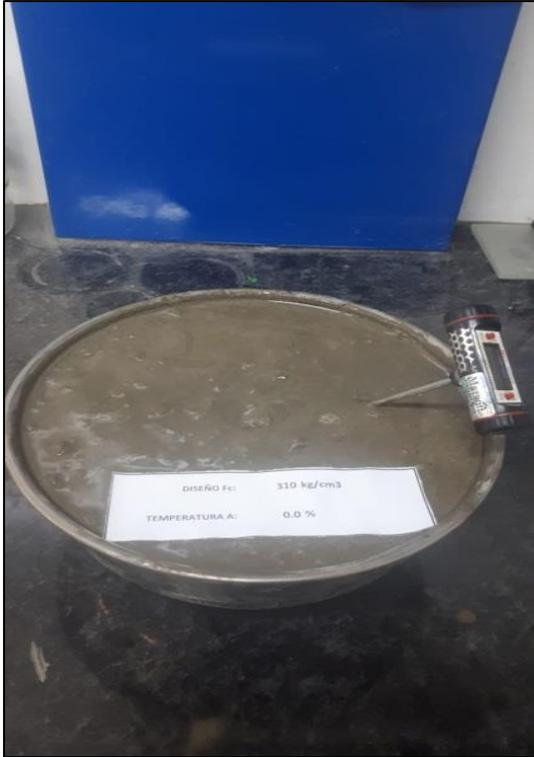




# Ensayo tiempo de fraguado del concreto



Ensayo de temperatura interna del concreto



## ANEXO 14: Cotización



**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



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

Propuesta Técnica-Económica N° 473 - 2019 / LEM-FIC-UNI UNI, viernes, 11 de octubre de 2019

**REYES PAMACANCHARI DEYSI DINA**  
**TERREL CUEVA TANIA ISABEL**

**Presente.** Propuesta técnica-económica para ensayos de laboratorio.

De mi consideración:  
Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo(a) y asimismo hacerle llegar nuestra propuesta técnica-económica referente a los siguientes servicios solicitados:

**1. TRABAJOS A REALIZAR Y COSTOS:**

Item	Descripción del ensayo	Cantidad de Ensayos	Costo Unitario (tesista.)	Costo (S/.)
1	Diseño de mezcla de concreto con un aditivo (Incluye estudio de agregados).	1	420.00	420.00
2	Elaboración, curado y ensayo a compresión de probetas cilíndricas de concreto.	36	32.00	1152.00
SUB TOTAL				1572.00
I.G.V. (18%)				282.96
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>1854.96</b>

Deposito en las cuentas UNI N° 0000-246786 ó N° 0000-771309 del Banco de la Nación, CCI: 0180000000024678608. y/o en Caja de la Universidad (100%) **1854.96**

NOTAS: Ver CONDICIONES GENERALES DE SERVICIO JL-DOC-09 en la página web [www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)

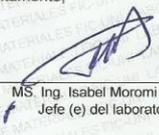
**2. FORMA DE PAGO:** 100 % por adelantado.

**3. FACILIDADES PARA EL SERVICIO:** El Solicitante proporcionará lo siguiente:

- ITEM 1: 120 Kg Arena
- ITEM 1: 01 Bolsa sellada de cemento.
- ITEM 1: 120 Kg Piedra
- ITEM 1: Aditivo sellado.
- ITEM 2: en coordinación con el ingeniero a cargo del servicio.

**4. DURACIÓN DEL SERVICIO:** En coordinación con el Ingeniero a cargo del servicio.

Atentamente,





MS. Ing. Isabel Moromi Nakata  
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](http://www.lem.uni.edu.pe)

[lem@uni.edu.pe](mailto: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"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

Propuesta Técnica-Económica N° 473 - 2019 / LEM-FIC-UNI

UNI, viernes, 11 de octubre de 2019

REYES PAMACANCHARI DEYSI DINA  
 TERREL CUEVA TANIA ISABEL

**Presente.**

Propuesta técnica-económica para  
ensayos de laboratorio.

De mi consideración:

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo(a) y asimismo hacerle llegar nuestra propuesta técnica-económica referente a los siguientes servicios solicitados:

**1. TRABAJOS A REALIZAR Y COSTOS:**

Item	Descripción del ensayo	Cantidad de Ensayos	Costo Unitario (tesista.)	Costo (\$/.)
1	Prueba Estandar para Tiempo de Fraguado de Mezcla de Concreto por Penetración	4	120.00	480.00
2	Prueba Estandar para Temperatura del Concreto	4	30.00	120.00
SUB TOTAL				600.00
I.G.V. (18%)				108.00
COSTO TOTAL				708.00

Deposito en las cuentas UNI N° 0000-246786 ó N° 0000-771309 del Banco de la Nación, CCI: 0180000000024678608. y/o en Caja de la Universidad (100%)

NOTAS: - Ver CONDICIONES GENERALES DE SERVICIO JL-DOC-09 en la página web [www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)

**2. FORMA DE PAGO:** 100 % por adelantado.

**3. FACILIDADES PARA EL SERVICIO:** El Solicitante proporcionará lo siguiente:

- ITEM 1: 120 Kg Arena
- ITEM 1: 01 Bolsa sellada de cemento.
- ITEM 1: 120 Kg Piedra
- ITEM 1: Aditivo sellado.
- ITEM 2: en coordinación con el ingeniero a cargo del servicio.

**4. DURACIÓN DEL SERVICIO:** En coordinación con el Ingeniero a cargo del servicio.

Atentamente,

MS. Ing. Isabel Moromi Nakata  
 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](http://www.lem.uni.edu.pe)



[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

