



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas  
sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca,  
2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil

**AUTOR:**

Copa Mamani, Yeny Mariluz (orcid.org/0009-0005-3033-1075)

**ASESOR:**

Mg. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (orcid.org/0000-0002-2026-0411)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mis padres, Edgar y Alicia personas muy importantes en mi vida, y a toda mi familia, que siempre me han brindado su apoyo incondicional.

A mis hermanos Lisbeth y Jimmy por todo su apoyo incondicional a ellos la presente investigación, por confiar en mí

## **Agradecimiento**

A Dios por permitirme estar en el camino de esta vida tan maravillosa, que siempre ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, a mis docentes por compartir sus conocimientos.

El más sincero agradecimiento a mis padres, por haberme adoctrinado los valores, y formar de mí, una persona de bien, gracias al apoyo incondicional y al invaluable esfuerzo que tuvieron que realizar para culminar mi formación profesional.

Además de alguien muy importante que estuvo al lado mío en este proyecto, que es mi Asesor, haciendo lo posible para poder concluir este proyecto.



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023", cuyo autor es COPA MAMANI YENY MARILUZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 23 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN <b>DNI:</b> 07795005 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2026-0411	Firmado electrónicamente por: ABARRANTESMA el 05-12-2023 17:16:46

Código documento Trilce: TRI - 0663007



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, COPA MAMANI YENY MARILUZ estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
YENY MARILUZ COPA MAMANI <b>DNI:</b> 76163670 <b>ORCID:</b> 0009-0005-3033-1075	Firmado electrónicamente por: YECOPAMA el 23-11- 2023 00:55:17

Código documento Trilce: TRI - 0663006

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor .....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	viii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO. ....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1.Tipo y diseño de la investigación. ....	15
3.2.Variables y operacionalización.....	16
3.3.Población y muestra.....	17
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5.Procedimiento. ....	19
3.6.Método de análisis de datos.....	28
3.7.Aspectos éticos. ....	28
IV. RESULTADOS. ....	29
V. DISCUSIÓN. ....	44
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES. ....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS .....	50

## Índice de tablas

Tabla 1: Tiempos de curado.....	10
Tabla 2: Operacionalización de las variables. ....	16
Tabla 3: Unidades de Análisis. ....	17
Tabla 4. Resultados del Contenido de humedad.....	29
Tabla 5. Resultados del Peso específico y Absorción norma MTC E 205.....	30
Tabla 6. Resultados del Peso específico y Absorción norma MTC E 206.....	30
Tabla 7. Resultados del Peso unitario norma MTC E 203 agregado grueso.....	31
Tabla 8. Resultados del Peso unitario norma MTC E 203 agregado fino.....	32
Tabla 9. Características técnicas del cemento. ....	32
Tabla 10. Características técnicas de los agregados. ....	33
Tabla 11. Características técnicas de los agregados. ....	33
Tabla 12. Características técnicas de los agregados. ....	34
Tabla 13. Registro de la temperatura en el periodo de curado en épocas de helada. .....	34
Tabla 14. Registro de la temperatura en el periodo de curado en condiciones normales.....	35
Tabla 15. Resultados de la resistencia del concreto curado en condiciones de heladas.....	36
Tabla 16. Porcentaje de variación en la resistencia del concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> . 37	
Tabla 17. Resultados de resistencia del concreto curado en condiciones normales. .....	38
Tabla 18. Porcentaje de variación en la resistencia del concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> . 39	
Tabla 19. Resultados de la resistencia a la flexión curado en épocas de heladas. .....	41
Tabla 20. Resultados de la resistencia a la flexión curado en condiciones normales. .....	42

## Índice de figuras

Figura 1: Resistencia a la compresión simple. ....	13
Figura 2: Resistencia a la flexión.....	14
Figura 3: Muestreo de agregado norma MTC E 201. ....	19
Figura 4: Contenido de humedad norma MTC E 108. ....	20
Figura 5: Clasificación de muestra en finos y gruesos. ....	20
Figura 6: Clasificación de muestra en finos y gruesos. ....	21
Figura 7: Análisis granulométrico norma MTC E 204. ....	22
Figura 8: Peso específico y Absorción norma MTC E 206 y MTC E 205. ....	22
Figura 9: Peso Unitario norma MTC E 203. ....	23
Figura 10: Mezclado de materiales. ....	24
Figura 11: Medición del asentamiento.....	24
Figura 12: Toma de muestras cilíndricas. ....	25
Figura 13: Toma de muestras de viga. ....	25
Figura 14: Curado de las muestras de concreto.....	26
Figura 15: Toma de temperaturas en el periodo de curado. ....	26
Figura 16: Resistencia a la Compresión del concreto MTC E 704. ....	27
Figura 17: Resistencia a la Flexión del concreto MTC E 709. ....	27
Figura 18: Resultados del Análisis granulométrico mezcla patrón (S100.0 – HE0.0). .....	29
Figura 19: Registro de temperaturas en el periodo de curado. ....	35
Figura 20: Resultados de la resistencia del concreto curado en condiciones de heladas.....	36
Figura 21: Porcentaje de variación en la resistencia en épocas de heladas. ....	37
Figura 22: Resultados de resistencia del concreto curado en condiciones normales. .....	38
Figura 23: Porcentaje de variación en la resistencia en condiciones normales. ..	39
Figura 24: Resistencia $f_c$ en épocas de helada vs condiciones normales. ....	40
Figura 25: Porcentaje de variación del $f_c$ en épocas de helada vs condiciones normales.....	40
Figura 26: Resultados de la resistencia a la flexión curado en épocas de heladas. .....	41

Figura 27: Resultados de la resistencia a la flexión curado en condiciones normales. .....	42
Figura 28: Resistencia a la flexión en épocas de helada vs condiciones normales. .....	43
Figura 29: Porcentaje de variación de la resistencia a la flexión en helada vs normal. .....	43

## Resumen

La baja temperatura debilita las características del hormigón, al limitar el desarrollo de la resistencia y aumentar el riesgo de fisuración por contracción plástica; por otro lado, el curado brinda la humedad y temperatura necesarias para la maduración de sus propiedades mecánicas de diseño; además, las condiciones ambientales en la sierra peruana presenta bajas temperaturas hasta el punto de congelación; en tal sentido, esta tesis tiene por objetivo determinar cuál es el efecto de temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborados en Juliaca, por lo que, esta tesis tuvo un enfoque cuantitativo de nivel explicativo y un diseño no experimental; para la muestra se tomaron agregados de la cantera Isla y se caracterizó sus propiedades para realizar el diseño de la mezcla para un  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ ; con esta dosificación se elaboró 25 muestras cilíndricas y vigas de concreto, a las cuales se realizó los ensayos de resistencia a compresión y flexión curados a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en épocas de helada (mes de junio a julio); para la muestra patrón se realizaron la misma cantidad muestras pero curados en condiciones normales (mes de marzo a abril) y se realizaron los mismos ensayos; los resultados confirman que las propiedades de agregado de la cantera Isla presentan características aceptables para la elaboración de concreto de  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ ; las temperaturas en el periodo de curado varía en función de la hora del día; siendo similar para los días de curado de 0, 3, 7, 21 y 28 días; variando entre -10 a  $20^\circ\text{C}$  en épocas de helada y de -2.2 a  $21^\circ\text{C}$  en condiciones normales, además, la resistencia del concreto se incrementa en función a los días de curado en épocas de heladas, obtenido valores promedio de 115, 134, 176, 182 y  $195 \text{ kg/cm}^2$  para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado respectivamente y la flexión en épocas de helada da valores de 36.5, 44.0, 54.0, 58.8 y  $63.9 \text{ kg/cm}^2$  para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado respectivamente; concluyendo que la resistencia a la compresión y flexión de los concretos para una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  se incrementa en función a los días de curado, además se observa que dicha resistencia curadas en épocas de heladas son claramente menores a los concretos curados en condiciones normales, siendo menor hasta un 45% cuando el concreto no se cura ni un solo día y 7.15% menor cuando se cura los 28 días.

Palabras clave: Resistencia del concreto, temperatura de curado y helada.

## Abstract

The low temperature weakens the characteristics of the concrete, by limiting the development of resistance and increasing the risk of cracking due to plastic shrinkage; on the other hand, curing provides the necessary humidity and temperature for the maturation of its design mechanical properties; In addition, the environmental conditions in the Peruvian sierra present low temperatures up to the freezing point; in that sense, The objective of this thesis is to determine the effect of the curing temperature in times of frost on the resistance of concrete  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  produced in Juliaca, therefore, this thesis had a quantitative approach of explanatory level and non-experimental design; For the sample, aggregates were taken from the Isla quarry and their properties were characterized to carry out the mix design for a resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$ ; With this dosage, 25 cylindrical samples and concrete beams were prepared, to which the compression and flexural strength tests were carried out, cured at 0, 3, 7, 21 and 28 days in frosty seasons (June to July). ; for the standard sample, the same number of samples were made but cured under normal conditions (from March to April) and the same tests were carried out; The results show that the aggregate properties of the Isla quarry present acceptable characteristics for the elaboration of concrete of  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ ; temperatures in the curing period vary depending on the time of day; being similar for the curing days of 0, 3, 7, 21 and 28 days; varying between  $-10$  to  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  in times of frost and from  $-2.2$  to  $21 \text{ }^\circ\text{C}$  in normal conditions, in addition, the resistance of the concrete increases depending on the days of curing in times of frost, obtaining average values of 115, 134, 176, 182 and  $195 \text{ kg/cm}^2$  for 0, 3, 7, 21 and 28 days of curing respectively and the bending in times of frost gives values of 36.5, 44.0, 54.0, 58.8 and  $63.9 \text{ kg/cm}^2$  for 0, 3, 7, 21 and 28 days of curing respectively; concluding that the resistance to compression and flexion of the concrete for a resistance of  $210 \text{ kg/cm}^2$  increases depending on the days of curing, in addition it is observed that said resistance cured in times of frost is clearly lower than the concrete cured in conditions normal, being less than 45% when the concrete does not cure for even one day and 7.15% less when it cures for 28 days.

Keywords: Concrete strength, curing temperature and frost.

## I. INTRODUCCIÓN

El propósito del curado en el concreto es darle la humedad y temperatura necesarias para la maduración de sus propiedades mecánicas de diseño. Sin embargo, debido a la falta de supervisión y las pocas recomendaciones en cuanto a los procedimientos de curado, este procedimiento ha demostrado ser ineficaz, resultando en pérdidas de humedad en el concreto que pueden afectar su resistencia. Para garantizar la calidad del hormigón, es fundamental comprender el proceso de curado de las mezclas de concreto en las obras de construcción (Beltrán, 2015, p.1).

Las bajas temperaturas debilitan significativamente las características de resistencia del hormigón al limitar el desarrollo de la resistencia y aumentar el riesgo de fisuración por contracción plástica. Se deben proponer alternativas en estas circunstancias ambientales para reducir los riesgos naturales asociados con la preparación del concreto en el sitio (Catacora, 2015, p.1).

Debido a las condiciones ambientales, el uso del concreto en la sierra peruana tiene muchas falencias. Esto significa que debemos seguir criterios técnicos específicos para obtener los resultados deseados de acuerdo con los diseños de mezcla de concreto para estas condiciones (Catacora, 2015, pág. 30).

Por otro lado, Los procedimientos no se realizan de acuerdo con los requisitos de las normativas técnicas vigentes debido a la falta de eficiencia de los trabajadores y la falta de supervisión técnica. A la luz de este hallazgo, es necesario analizar el tiempo de curado ideal y cómo afecta la resistencia mecánica del hormigón, así como comenzar a descubrir los problemas que encuentran las estructuras durante el proceso de curado.

La industria de la construcción es protagonista del desarrollo de todo el pueblo, existe en el transporte, la agricultura, el saneamiento, la construcción y otros proyectos. El concreto es un material más empleado en construcción del mundo debido a su facilidad de preparación, material e implementación; sus propiedades económicas y de comodidad; además, se adapta a cualquier forma

y puede fabricarse in situ; sin embargo, sus características mecánicas se ven directamente afectadas. por la temperatura de fraguado, curado, material y otros factores (Pérez y Anguiano, 2013, p. 25).

El concreto es susceptible a los ciclos de congelación y descongelación debido al duro clima de las regiones altoandinas de Perú, que presenta temperaturas invernales extremadamente bajas, particularmente en los periodos de mayo, junio y julio. Esto es especialmente cierto cuando los edificios no están blindados ni impermeabilizados (Curado).

A pesar de ser un material relativamente resistente a los efectos de la temperatura, el hormigón se ve significativamente afectado por las heladas intensas que se tiene en la región de Puno por encima de los 3800 msnm. Los periodos de vida útil y servicio de las estructuras de hormigón se reducen como consecuencia de este efecto prolongado del deterioro de los distintos agentes o actuaciones (López y Mamani, 2017, p. 26).

Si el hormigón no desarrolla resistencia debido a la lenta tasa de hidratación, el tiempo de fraguado se prolongará y en algunos casos incluso se detendrá, trayendo consigo la contracción y extensión del hormigón. Las altas temperaturas pueden acelerar el proceso de fraguado al promover grietas, lo que también afecta el contenido de aire.

Todas estas afirmaciones nos llevan a concluir que el curado y la temperatura del hormigón es un parámetro de mucha importancia que tiene que ser controlado en las fases constructivas de una estructura para asegurar y garantizar la duración y resistencia de las construcciones.

Teniendo en cuenta todas estas definiciones surge la presentación del problema principal:

¿Cuál es el efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborados en la ciudad de Juliaca para el año 2023?

Del mismo modo presento a continuación los problemas específicos relacionados a la investigación:

PE1: ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  del concreto elaborado en épocas de heladas Juliaca, 2023?

PE2: ¿Qué temperaturas presenta el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  curado a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en épocas de helada Juliaca, 2023?

PE3: ¿Cuáles son las resistencias a la compresión y flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  curado a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en épocas de helada Juliaca, 2023?

**Este proyecto de investigación la justificación práctica** Teniendo en cuenta los factores ambientales de los ciclos de congelación a los que se expone el hormigón durante la obra, así como las solicitudes actuales en la industria de la construcción, como presupuestos y tiempos de construcción más cortos, nos permitirá realizar un análisis de las propiedades de resistencia mecánica del hormigón, permitiéndonos distinguir el tiempo de curado que proporciona una mejor madurez del hormigón.

**Para la justificación teórica** Para futuros estudios, considerando el diseño y colocación de mezclas de concreto en regiones de temperatura similar, así como garantizar la calidad final del concreto, este proyecto brindará una base teórica sobre la influencia del tiempo de curado a temperaturas extremas en la ciudad de Juliaca. Sobre las propiedades y características de resistencia mecánica del concreto.

**Para la justificación social,** Este proyecto es muy importante para el Municipio de Juliaca, cualquier empresa constructora, consultora, hormigonera o cualquiera que trabaje con concreto, ya que es uno de los principales factores externos. Afecta directamente la durabilidad y resistencia del concreto, especialmente en regiones con temperaturas extremas (heladas).

En tal sentido es preciso realizar el objetivo principal: Determinar cuál es el efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborados en la ciudad de Juliaca para el año 2023.

Asimismo, se planean a continuación los siguientes objetivos secundarios:

OS1: Establecer las propiedades y características físicas y mecánicas de los agregados para el diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  del concreto elaborado en épocas de heladas Juliaca, 2023.

OS2: Registrar las temperaturas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  curado a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en épocas de helada Juliaca, 2023.

OS3: Evaluar las resistencias a la compresión simple y flexión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  curado a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en épocas de helada Juliaca, 2023.

Para lo cual, se plantea como hipótesis general: La temperatura de curado en épocas de heladas afecta la resistencia o soporte del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  elaborados en la ciudad de Juliaca para el año 2023 siendo menor en un 20% respecto con concretos curados en condiciones normales; además, se plantea las hipótesis específicas:

HE1: Las propiedades físico mecánicas de los agregados para el diseño de mezcla  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  empleados muestran características adecuadas para la elaboración de concreto en épocas de heladas Juliaca, 2023.

HE2: Las temperaturas del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  curado a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en épocas y ciclos de helada en la ciudad de Juliaca para el año 2023 registran variación.

HE3: Las resistencias a la compresión y flexión del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  curado a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en temporadas de helada en la ciudad de Juliaca para el año 2023 disminuyen en relación directa al tiempo de curado.

## II. MARCO TEÓRICO.

En los estudios internacionales se tiene el “Análisis de influencia de los métodos empleadas para el curado de muestras cilíndricas de concreto sobre la resistencia a compresión”; este estudio examina los efectos de varios métodos de curado en la resistencia o soporte a la compresión de cilindros de concreto hidráulico usando 48 muestras cilíndricas de concreto convencional. El análisis se realizó teniendo en cuenta las características de materias primas y el diseño de la mezcla. Luego, a las edades de 7 y 28 días, se someten a pruebas de compresión. Con base en los resultados, fue posible sacar la conclusión de que las técnicas de curado son cruciales porque afectan directamente los parámetros de resistencia a compresión, durabilidad y absorción del concreto (Jiménez y Ordoñez, 2021).

Por otro lado, tenemos la “Influencia del régimen de curado respecto al esfuerzo a compresión de concretos de alta resistencia”; Este artículo analiza los efectos de varios regímenes de curado, como el curado ambiental, el curado convencional y los tratamientos térmicos y de vapor a 90 y 60 centígrados, en el surgimiento de la resistencia del concreto de alta resistencia en Colombia. Se realizaron pruebas a los días 1, 2, 3, 7, 21 y 28 para seguir la evolución de la resistencia a compresión. Los hallazgos mostraron que los diferentes regímenes de curado térmico tienen un impacto en el logro de altas resistencias a la compresión a edades tempranas. Además, las condiciones de tratamiento con vapor a 90 centígrados produjeron los mejores resultados después de 3 días, con más del 90% de la resistencia (Niño, 2015).

También la “Influencia del tiempo de aplicación de materiales comerciales de curado, sobre la resistencia de los hormigones”; Con el fin de evaluar los efectos de diversas técnicas de curado, incluyendo aquellas que tienen en cuenta el uso de productos químicos del tipo de membranas cuyo propósito es evitar la evaporación, se examinaron las propiedades mecánicas de las tensiones de compresión por su impacto en los tiempos de aplicación del curado. comparar varios métodos de curado y examinar cómo afectan la resistencia en relación con el agua interna que interactúa con el concreto. Conclusión: Para que el

concreto adquiriera las propiedades para las que fue diseñado y haya consistencia entre lo calculado y lo construido, se debe controlar cuidadosamente el proceso de curado (Beltrán, 2015).

Finalmente, la “Influencia de los tiempos de curado húmedo sobre la resistencia y durabilidad de los hormigones en clima tropical”; la finalidad de esta tesis fue determinar el impacto del curado en húmedo sobre el concreto desde la perspectiva de su resistencia mecánica y su durabilidad, en el contexto de un clima tropical y con el uso de agregados de piedra caliza de alta absorción. Se aplicaron diferentes tiempos de curado en húmedo a especímenes creados con una relación a/c de 0:50. Los resultados indicaron que el curado tuvo poco efecto en el esfuerzo a compresión del material, pero un impacto significativo en su permeabilidad, lo que llevó a la conclusión de que, en condiciones de exposición severas, el material siempre debe curarse para mantener su durabilidad y resistencia. Adicionalmente, los beneficios de exponer el concreto a condiciones de humectado húmedo fueron más notorios en las características físicas de la capa más superficial que en la resistencia mecánica del volumen total del concreto; por lo tanto, el material siempre debe ser curado en duras condiciones de exposición al calor para mantener su durabilidad y resistencia (Solís, Moreno y Serrano, 2013).

Respecto a los antecedentes nacionales tenemos: “Influencia de curado en el esfuerzo a compresión simple del hormigón preparado con cemento tipo I y puzolánico tipo IP”; la finalidad del estudio fue examinar los efectos del curado en el hormigón, para lo cual fueron sometidos a tres condiciones diferentes (completamente sumergido ASTM C31, curado bajo ASTM C150 y la ASTM C525, muestra expuesta a la intemperie); Para el diseño del hormigón fue necesario realizar las propiedades de los áridos con los que se fabricaron los moldes cilíndricos para poder realizar ensayos de compresión: las muestras obtenidas se sometieron a ensayos de compresión. La resistencia alcanzada por el Tipo I fue de 387,93 kg/cm<sup>2</sup>; para Tipo IP = 230.77; concluyendo que las ubicaciones de las modelaciones de las condiciones de curado tienen una

conducta similar en la condición 1 pero que para las condiciones 2 y 3 se ven severamente afectadas por el clima (Cuellar y Sequeiros, 2017).

Respecto a los antecedentes locales se cuenta con “Efectos de cobertores orgánicos en el desarrollo de fraguado del hormigón en temporadas de helada”; El objetivo de la tesis fue conocer el papel que juegan las cubiertas orgánicas en el desarrollo de fraguado del hormigón durante los ciclos de heladas. Además, comprender cómo afecta el tiempo de fraguado, la resistencia a las heladas y la durabilidad del concreto. métodos; se realizó el experimento para determinar la efectividad del concreto para uso en estructuras de losas de pavimento para las vías de la ciudad de Puno; los hallazgos indican que; Por sus cualidades y accesibilidad, las cubiertas orgánicas son las que se deben utilizar durante el desarrollo de curado y el concreto fresco, puesto que con estos productos se logró mantener una temperatura constante en el concreto, dando como resultado el siguiente enunciado: los métodos de cubiertas orgánicas en el tiempo de fraguado del hormigón en tiempos de heladas. De igual forma, las cubiertas orgánicas del altiplano utilizadas cuentan con destacados aislantes térmicos, además, los cuales tienen un aporte directo y significativo en la resistencia del concreto con un nivel de significancia del 5%, además, protegen de manera óptima dándole una impermeabilidad en el periodo de fraguado, por lo tanto su contribución apreciable a la durabilidad de los áridos en el proceso de fraguado ya que el desarrollo de fraguado del hormigón difiere significativamente de la temperatura de curado (Maldonado, 2015).

Finalmente, tenemos la “Influencia de coberturas, en el proceso de fraguado de concreto en temporadas de helada”; El propósito de esta tesis fue analizar cómo se comporta el hormigón en condiciones de heladas con el fin de sugerir enfoques alternativos para evitar su congelamiento utilizando una cubierta orgánica hecha de productos naturales locales. Se utilizó el método de agregado global para realizar un diseño de mezcla, luego de lo cual se vaciaron tres grupos de muestras para cubiertas orgánicas y se lanzaron al aire libre después de 28 días utilizando esclerómetros. Los resultados demuestran que las losas

cubiertas con estiércol, con paja y una expuesta a la intemperie tuvieron una resistencia promedio del concreto de  $f'c = 215 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 197 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 168 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Todos los sistemas de curación se realizaron al aire libre y durante los meses más fríos del año (Catacora, 2015).

De todo lo descrito, es preciso definir los siguientes conceptos:

**Heladas:** El congelamiento Según la Normativa peruana E.060, Apartado 5.12, se define clima frío como: “Se considera clima frío cualquier momento durante el vaciado en el que la temperatura ambiente puede descender por debajo de los  $5^\circ \text{C}$ ”.

De acuerdo con ACI 306R-10, la congelación ocurre cuando la temperatura promedio diaria del aire es inferior a  $5^\circ \text{C}$  y la temperatura del aire no supera los  $10^\circ \text{C}$  durante más de la mitad de cualquier período de 24 horas durante tres o más días consecutivos.

El Perú presenta una gran variación topográfica, por lo que determinaron que el cambio climático se intensifique, lo que favorece eventos hidroclimáticos extremos como heladas, granizo, sequía, etc. Las heladas son comunes en la región de los Andes, principalmente durante la estación seca invernal, aunque también ocurren en verano y primavera. (Senamhi, 2010).

Por su ubicación en las alturas de los Andes al sur del Perú, la región de Puno es conocido como Altiplano Invierno, el cual cae entre abril, mayo, junio, julio y partes de agosto debido a que durante estos meses la temperatura de la ciudad varía según las horas del día. de  $-8^\circ \text{C}$  durante 24 años. hasta  $21^\circ \text{C}$ .

**Acción en el concreto:** Actúa como agente degradante en ambientes donde un descenso de la temperatura provoca la congelación del agua presente en los poros del hormigón. Este fenómeno generalmente se identifica por la creación de tensiones internas en el concreto, que hacen que el material se agriete repetidamente y luego se desintegre.

Es fundamental comprender que este fenómeno afecta a la pasta de cemento, al árido y a sus interacciones, por lo que cualquier evaluación del mismo debe tener en cuenta estos factores.

**Efecto en la pasta del cemento:** El impacto sobre el cemento puede ser explicado por dos teorías diferentes. La primera se denomina "presión hidráulica", la cual considera y aplica presión al agua mientras aún está líquida y provoca tensiones en la estructura resistente.

**Efecto en los agregados:** En conjunto, la evidencia muestra que, debido al mayor tamaño de los capilares, normalmente hay presión hidráulica en lugar de presión osmótica, con tensiones internas que son comparables a las que se producen en la pasta de cemento. Entendiendo que el tamaño máximo tiene un impacto significativo, se estima que para cada tipo de materiales existen un tamaño máximo por debajo del cual la congelación en el concreto no puede ocurrir sin daño interno al agregado.

**Efecto pasta agregados:** Existe una "teoría elástica" tan ligera, que tiene en cuenta la influencia mixta de las unidades en la pasta, porque cuando el agua está congelada en ellos, se deforman, sin romper una estructura más estable que el cemento y la presión directa en la pasta genera tensión adicional con el cemento causado por el agua.

**El curado:** Una vez colocado, el hormigón debe mantenerse húmedo durante unos días para que el material cementante y el agua reaccionen químicamente (mojar el cemento).

Según ACI, Después de siete días de vertido, el hormigón alcanza el 70 % de su resistencia prevista, pero esto depende en gran medida de los niveles de humedad y temperatura en ese momento. Su resistencia puede disminuir hasta en un 50% cuando se congela fresca.

**Periodos de curado:** El desarrollo debe iniciarse lo antes posible sin provocar abuso en la superficie del concreto. La siguiente tabla muestra los valores:

**Tabla 1:**  
Tiempos de curado.

Clima	Tiempo después del vaciado
Calurosos y secos	1 a 3 hrs.
Templados	2 1/2 a 5 hrs.
Fríos	4 ½ a 7 hrs.

*Nota: Fuente especificada no válida.*

**Métodos de curado:** Existen varios métodos, materiales y metodologías para la curación de concreto, pero el propósito es el mismo: asegurar el mantenimiento del contenido de humedad y la temperatura satisfactoria para desarrollar las propiedades deseadas:

- a. Curado con agua.
- b. Materiales selladores.

**El concreto:** “Esta es una mezcla compuesta de cemento, agregado (grava y arena), agua y aditivo (según sea necesario), y crea una masa similar a la roca. Por reacción química entre sustancias químicas compuestas y agua”. (Carvajal y González, 2012).

**Concretos de Alta Resistencia:** Es una forma de hormigón diferente del convencional debido a su diseño especial, que también se conoce como concreto de alto rendimiento como 500 kg/cm<sup>2</sup>a 28 días; Sus componentes son:

**Cemento portland:** Este componente consiste en silicatos hidráulicos de calcio, que están químicamente en contacto, falsificación y agarre con reacciones de agua. La formación química de la pasta debido a una reacción con el agua sirve para adherirse a los áridos y para formar el hormigón siendo el material más utilizado en la construcción. (PCA, 2004, p. 25).

**Agregados:** Para lograr un agregado con tamaños máximos de 10 mm y una granulometría de agregado muy uniforme, se debe utilizar un mayor porcentaje de vacíos (del orden del 40%) (Cabello, 2015).

**Agua:** Se recomienda utilizar agua potable, pura y natural que no tenga un sabor ni un olor fuerte. Además de afectar la resistencia del concreto y el tiempo de fraguado, las impurezas excesivas del agua también pueden provocar inestabilidad volumétrica, eflorescencia, manchas, agrietamiento por corrosión bajo tensión y reducción de la durabilidad.

**Aditivos:** Al igual que con el hormigón normal, también se utilizan con hormigón de alta resistencia para propiedades especiales. También deben cumplir con las recomendaciones normativas de la ASTM C494.

**Propiedades del concreto:** De acuerdo con el postulado de Pacompia (2015), “Las propiedades del hormigón dependen, entre otras cosas, de las propiedades del material, diseño de la mezcla y método de construcción.” “Dependen generalmente del porcentaje de cemento, la relación agua/cemento (a/c), el nivel de compactación, la gradación de los áridos y su calidad; dependiendo del estado en que se encuentre, donde lo tengamos” (Guerrero Soza, 2019, pág. 15).

**En su estado plástico:**

- a. **Asentamiento:** También llamada crisis; Se utiliza para calcular la resistencia del mortero de hormigón cuando está fresco. La norma ASTM C143 establece que cuanto mayor sea este valor, más húmeda será la mezcla. El procedimiento para realizar esta prueba se describe en esta norma. Está determinado por el cono de Abrams y da valores de sedimentación muy bajos o nulos en el rango de 0 a 1 cm; debido a la proporción de áridos finos.

- b. **Peso Unitario:** Flores, (2015) señala que: “El peso unitario del concreto oscila entre el 70 y el 85 por ciento de una pasta nueva de hormigón normal, variando entre 1 punto 9 y 2 punto 4 tn/m<sup>3</sup>, necesitando el mismo porcentaje de vacíos de diseño”. (p.30).
- c. **Manejabilidad:** La manejabilidad del hormigón viene determinada por la cantidad de agua que contiene, a mayor cantidad de agua, más fluida y por tanto más estable la mezcla. Asimismo, cuanto mayor sea el porcentaje de agua que contenga una mezcla de hormigón en su estado fresco, menor será su resistencia.

**En su estado rígido:**

- a. **Esfuerzo a compresión  $f'_c$ :** Según especifica la ASTM C39, esta propiedad es sólidamente dependiente del esfuerzo de compactación en el transcurso de la colocación. Y se obtiene mediante el ensayo o prueba de la MTC E 704 en nuestro país.
- b. **Esfuerzo a flexión:** Según describe Pérez, (2009): la flexión es una de las propiedades más fundamentales que presenta este tipo de hormigón, cuyo soporte se encuentra por encima del hormigón hidráulico convencional hasta en un 30% y relativamente por debajo en resistencia al esfuerzo a la compresión simple.

**La resistencia  $f'_c$  del hormigón:** El esfuerzo a la compresión es una de las propiedades mecánicas más importantes de cualquier hormigón y se puede calcular utilizando muestras cilíndricas de hormigón. En nuestro país, la norma MTC E 707 rige su normativa. Se aplica una carga axial a las muestras de concreto a una velocidad específica. eso es hasta que la muestra falla, dentro de un rango especificado.

Para determinar dicha característica se realiza mediante la división entre la carga máxima alcanzada durante el periodo de prueba y la superficie transversal de área de los especímenes, lo cual se puede determinar para diferentes edades del concreto.

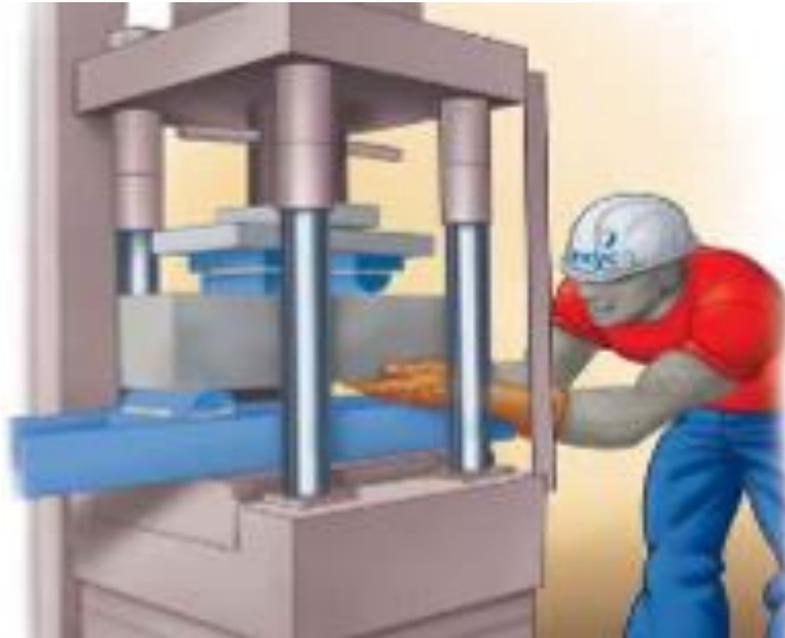
**Figura 1:**  
**Resistencia a la compresión simple.**



*Nota: (Cementos Mexicanos CEMEX, 2010).*

**Resistencia a la flexión:** Mide la propiedad de resistencia a la tracción para determinar la resistencia a la rotura por momento de vigas de hormigón no armado. Tensión de diseño a flexión o módulo de ruptura (MR) a los 28 días, ensayada sobre probetas moldeadas de dimensiones estándar 15x15x53, compactadas por compresión vibratoria, y después de un curado adecuado, es cercana al 10% y 20% de resistencia a la compresión, esto. El cálculo de la resistencia a la flexión alcanzada por la muestra se determina por el cociente entre la carga máxima alcanzada durante el ensayo y el área de la sección transversal de la muestra, que se puede determinar para hormigones de diferentes edades, y se formula su norma por MTC E 709 en nuestro país.

**Figura 2:**  
**Resistencia a la flexión.**



*Nota: (Cementos Mexicanos CEMEX, 2010).*

**Diseño de mezclas de concreto:** La dosificación de cada material en una mezcla de hormigón para una resistencia determinada es lo que podemos denominar diseño de mezcla. Dado que el concreto es un material cuyas características dependen de las proporciones de sus componentes, debe ajustarse a los requerimientos de cada tipo de proyecto. El hormigón es un material que en su fase inicial es plástico para luego convertirse en una fase sólida y resistente. que se puede llevar a cabo utilizando las siguientes técnicas:

**Diseños empíricos:** Los diseños empíricos, que son los más prevalentes y se suelen utilizar en obras pequeñas, se basan en la experiencia (ensayo y error) y son producto de la combinación arbitraria de materiales.

**Diseños técnicos:** “se basan en técnicas probadas y verdaderas, que exigen que cada propiedad de los materiales que se utilicen se conozca y se pruebe experimentalmente en el laboratorio. También se tienen en cuenta el costo, las especificaciones para un acabado de alta calidad y la colocación del concreto, pero lo más importante es que deben cumplir con las propiedades del concreto en su estado plástico y rígido” (Burgos, 2012, p. 43).

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación.

- **Tipo.**

Esta investigación tiene como objetivo examinar el impacto de la temperatura de curado durante las heladas en la resistencia del hormigón. Según Borja (2010), este tipo de investigación aplicada “busca actuar, conocer, construir y cambiar una realidad problemática; además, se interesa más por la aplicación inmediata sobre un problema”.

- **Enfoque.**

El método de investigación es el cuantitativo, que “Posee fehacientemente a través de la recolección y análisis de datos, con los cuales se pudieron probar las hipótesis; se apoya en la medición numérica, el conteo, y el uso de estadística para proponer patrones de comportamiento en una población” (Borja, 2010). Esta investigación utiliza como base parámetros numéricos ya descritos en el Manual de Carreteras (MTC-2014).

- **Diseño.**

También establecerá la relación de causa y efecto de un fenómeno físico. Este trabajo de investigación se realizará mediante ensayos prácticos de laboratorio; la variable independiente (temperatura de curado) se manipulará y utilizará a propósito en varios niveles de aplicación para verificar la hipótesis (esfuerzo a compresión  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ).

- **Nivel.**

El nivel explicativo, “está encaminado a modificar situaciones concretas mediante la aplicación de proyectos previamente diseñados; también puede considerarse todo proceso de intervención que procede y se sustenta en una indagación sistemática”. (Sampieri y Torres, 2018) Este estudio está respaldado por antecedentes.

### 3.2. Variables y operacionalización.

Según Sampieri (2003), una variable es una propiedad que puede cambiar y cuya variación se puede medir o notar cuando se trata de personas u otros seres vivos, objetos, eventos y fenómenos.

- **Variable Independiente (VI):** Temperatura de curado.
- **Variable Dependiente (VD):** Resistencia del concreto.
- **Variables Intervinientes (VE):** Método y tiempo de curado.

La operacionalización se refiere a las acciones o procedimientos necesarios para medir una variable y analizar los resultados. (Hernández y Sampieri, 2013)

**Tabla 2:**  
Operación de las variables.

	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones e Indicadores	Escala de Medición
<b>Independiente:</b> Temperatura de curado	Mantenimiento de humedad y temperaturas satisfactorios en el concreto durante un periodo definido inmediatamente del colocado y acabado, con la finalidad de que desarrolle las propiedades deseadas; el concreto cura cuando se garantiza una temperatura por encima de los 10°C	Con el registro de temperaturas del curado por un periodo de 28 días (Fraguado) en épocas de heladas en la ciudad de Juliaca	Grados centígrados	Nominal
<b>Dependiente:</b> Resistencia del concreto	Propiedad que hace posible que soporte la carga. La cual depende de la cantidad y calidad de materiales empleados en la mezcla, relación agua-cemento, edad del concreto, las condiciones de curado y la calidad del proceso de mezcla y colocación. La resistencia del concreto se expresa en kg/cm <sup>2</sup> .	En laboratorio de concreto mediante pruebas de resistencia a compresión y módulo de rotura para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado	Kilogramos por centímetro cuadrado	Nominal
<b>Intervinientes:</b> Método y tiempo de curado	Las variables intervinientes son las variables externas que pueden inferir en los resultados y las que se debe tener un adecuado control	Registro de la fecha de curado	Días	Ordinal

*Nota: Fuente especificada no válida.*

### 3.3. Población y muestra.

#### - Población.

“Se denomina población al grupo de elementos que serán motivo de estudio” (Borja,2012, pag.30). La población se encuentra enmarcada por los testigos de resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> empleados para la conformación de concretos en Juliaca.

#### - Muestra.

“Es un segmento representativo de la población para el cual se debe recopilar información; debe ser estadísticamente representativa para que el investigador esté interesado en saber si los hallazgos de la muestra pueden extrapolarse a toda la población” (Borja, 2012, pág.31); la muestra se obtendrá de las recomendaciones de Manual de ensayos MTC 2016.

#### - Muestreo.

El muestreo será del tipo no probabilístico (de manera aleatoria) no es posible calcular el error estándar y el nivel de confianza con el que se hace el cálculo, la selección de elementos sigue criterios del investigador (Borja, 2012, pág.32); el cual se realizó con la Norma MTC E 101.

#### - Unidades de muestreo.

La siguiente tabla detalla las unidades de análisis para el presente trabajo:

*Tabla 3:  
Unidades de Análisis.*

Tipo de ensayo			Día de curado	N° total de ensayos
Esfuerzo a la compresión	Resistencia a la flexión	Norma MTC E		
10	10	704	3	15
10	10	704	7	15
10	10	704	14	15
10	10	704	28	15

*Nota: Manual de Ensayo de Materiales.*

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **- Técnicas.**

La percepción intencional e informada de un hecho, una colección de hechos o un fenómeno se conoce como observación, es un hecho de la realidad; todos los datos que se observen se deben plasmar en formatos que sean adecuados en la recolección de información. (Borja, 2010, pág.33); la técnica que se ha empleado en este trabajo de investigación fue la observación y la medición mediante ensayos en laboratorio ya que es una forma de recolectar datos más confiables.

#### **- Instrumentos de recolección de datos.**

Los instrumentos de investigación juegan un papel muy importante en la recopilación de datos y se utilizan de acuerdo con la naturaleza y la naturaleza del problema y el propósito del objeto de investigación (Carrasco, 2006, p.334); esta tesis se empleó ensayos de concreto.

#### **- Validez.**

Esta propiedad de los objetos de investigación radica en que miden la variable de investigación o los objetos de medición de las variables de manera objetiva, precisa, exacta y verdadera (Carrasco, 2006, p.336). en este caso, los instrumentos se encuentran validados bajo las normas por cada tipo de ensayo realizado (Manual de Ensayos MTC – 2016).

#### **- Confiabilidad de instrumentos.**

Según Carrasco (2006), se refiere a la característica de una herramienta de medición que permitieron obtener los resultados cuando se usa una o más veces sobre el grupo de personas a lo largo de varios períodos de tiempo; las pruebas fueron realizados en el Laboratorio de Geotecnia pavimentos y consultoría Puno E.I.R.L. el cuenta con su respectiva certificación de sus equipos.

### 3.5. Procedimiento.

#### 3.5.1. Propiedades físicas y mecánicas del agregado usado en el concreto.

##### - **Muestreo de agregado norma MTC E 201.**

El árido utilizado en el hormigón provino de la cantera Isla; para el muestreo se utilizan las recomendaciones especificadas en la norma MTC E 201 del Manual de Ensayo del MTC, la cantera es de tipo aluvial (material de río), el mismo tipo que se obtiene actualmente para todos los trabajos de hormigonado en el municipio de Juliaca; Para fines prácticos, se compraron 3,00 m<sup>3</sup> cerca del laboratorio para un mejor control de calidad de los materiales.



Figura 3: Muestreo de agregado norma MTC E 201.

Fuente: Elaborado por la tesista.

##### - **Contenido de humedad norma MTC E 108.**

Se aplicó el método descrito en la norma MTC E 108 a una muestra de aproximadamente 100 kilogramos de las arenas y gravas utilizados en el estudio para determinar su contenido de humedad. 440 para gr grueso. y 270 para gr fino. Los resultados del ensayo fueron los siguientes. Es importante notar que el propósito de este contenido es controlar el porcentaje de agua en el concreto.



Figura 4: Contenido de humedad norma MTC E 108.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

#### - Clasificación de muestra en finos y gruesos.

Para la elaboración del concreto es necesario dividir el agregado en agregado grueso y fino con granulometría máxima de 3/4" según la norma ACI 211.1, para ello separamos el material con una malla metálica para separar el material grueso del material fino. Para el presente trabajo se tamiza el material a través de dos tamices, el tamiz máximo es de 3/4" para un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>.



Figura 5: Clasificación de muestra en finos y gruesos.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

- **Reducción de muestras a tamaños de ensayo norma MTC E 103.**

Mediante el uso de métodos que reducen la variación en la medición de sus propiedades entre las muestras de prueba y las muestras de campo, es la reducción de los tamaños de muestra de campo a los necesarios para las pruebas, para ello se empleó las especificaciones de la norma MTC E 103 Reducción de muestras a tamaños de ensayo; por el método de Cuarteo Manual.



Figura 6: Clasificación de muestra en finos y gruesos.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

- **Análisis granulométrico norma MTC E 204.**

El Análisis granulométrico de la grava como material de concreto, se realizó según la norma MTC E 204 del Manual de Ensayos; tomando una muestra aproximada de 4000 gramos recomendado por el tamaño máximo nominal 3/4", se procedió a realizar el tamizado, para posteriormente graficar la curva granulométrica.

De acuerdo a la norma MTC E 204, la muestra de agregados finos se tomó pasando una muestra de 500 gramos de los agregados por malla No. 4 y sujetos por malla No. 200 de la serie ASTM, y luego se graficó su curva granulométrica utilizando los resultados de la prueba.



Figura 7: Análisis granulométrico norma MTC E 204.

Fuente: Elaborado por la tesista.

- **Peso específico y Absorción norma MTC E 206 y MTC E 205.**

Esta prueba fue realizada en dos partes; para los agregados gruesos este ensayo fue realizado siguiendo el procedimiento técnico descrito en la norma MTC E 206, se tomó una muestra aproximada de 5 000 kg; para loa agregados finos esta cualidad se determinó mediante el procedimiento descrito en la norma MTC E 205, tomándose una muestra aproximada de 1000 gramos.



Figura 8: Peso específico y Absorción norma MTC E 206 y MTC E 205.

Fuente: Elaborado por la tesista.

- **Peso Unitario norma MTC E 203.**

Para este ensayo se tomó una muestra de aproximadamente 5 kg de agregado grueso y 1 kg de agregado fino, la cual siguió el procedimiento señalado en la norma MTC E 203. El peso específico de la muestra sirve como indicador de la porosidad del material; un valor más alto indica que hay menos vacío.



Figura 9: Peso Unitario norma MTC E 203.

Fuente: Elaborado por la tesista.

3.5.2. Diseño de Mezcla norma ACI 211.1.

La dosificación fue realizada con los resultados de las pruebas previamente realizados; para esto se siguió lo establecido en la norma ACI 211.1; el diseño del concreto fue realizado para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad, se emplearon los siguientes materiales en la mezcla:

- **Cemento:** De la marca Rumi que cumple con la norma NTP 334.082.
- **Agregado fino:** De la procedencia natural (Cantera Isla).
- **Agregado grueso:** De la procedencia natural (Cantera Isla).
- **Agua:** Potable suministrada en el laboratorio norma NTP 399.088.

### 3.5.3. Elaboración del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

#### - **Mezclado de materiales.**

El mezclado se realizó en una mezcladora se completó el mezclado en una carretilla por tandas como presentamos en la figura 10.



Figura 10: Mezclado de materiales.

Fuente: Elaborado por la tesista.

#### - **Medición del asentamiento.**

El asentamiento se realizó siguiendo las especificaciones de la norma MTC E 705 con el cono de Abrams, en una muestra en su estado fresco.



Figura 11: Medición del asentamiento.

Fuente: Elaborado por la tesista.

- **Toma de testigos cilíndricos.**

Para obtener las muestras cilíndricas se siguió el procedimiento de la norma MTC E 702, llenando hasta un tercio del molde y se golpea 25 veces con el martillo de goma alrededor del molde para acomodar la mezcla, de igual para las demás capas hasta llenar el molde y enrasar.



Figura 12: Toma de muestras cilíndricas.

Fuente: Elaborado por la tesista.

Para obtener las muestras de viga para el ensayo de flexión se procedió de la misma manera siguiendo procedimiento de la norma MTC E 702.



Figura 13: Toma de muestras de viga.

Fuente: Elaborado por la tesista.

- **Curado de muestras de concreto.**

Las muestras se cubrieron para cuidar la humedad, el día siguiente se sumergieron en una poza de curado, con una temperatura de ambiente del agua; siguiendo lo establecido en la normativa MTC E 702.



Figura 14: Curado de las muestras de concreto.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

3.5.4. Toma de temperaturas en el periodo de curado.

El registro de temperaturas se realizó en el periodo de curado; se tomaron mediciones cada media hora a partir de las 06:00 de la mañana con un termómetro digital de 0.1 °C de precisión como muestra la figura.



Figura 15: Toma de temperaturas en el periodo de curado.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

### 3.5.5. Resistencia a la Compresión del concreto MTC E 704.

Esta prueba se desarrolló siguiendo el procedimiento de la normativa MTC E 704; la resistencia a compresión se determinó para todas las muestras de concreto (Curados a los 0, 3, 7, 21 y 28 días) a los 28 días de edad.



Figura 16: Resistencia a la Compresión del concreto MTC E 704.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

### 3.5.6. Resistencia a la Flexión MTC E 709.

Esta prueba fue realizada siguiendo el procedimiento de la norma MTC E 709 para todas las muestras de concreto (Curados a los 0, 3, 7, 21 y 28 días) a los 28 días de edad.



Figura 17: Resistencia a la Flexión del concreto MTC E 709.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

### **3.6. Método de análisis de datos.**

Para el análisis de datos se tendrá consideración del informe del laboratorio, cuyos resultados analizados permitieron dar respuestas a los problemas establecidos, cumplir los objetivos y confrontar las hipótesis planteadas. Para visualizar e interpretar los datos, así como establecer la influencia de las heladas sobre las propiedades mecánicas del concreto.

Para analizar los datos obtenidos en laboratorio fue necesario un software de cálculo, en el presente trabajo se empleó la hoja de cálculo Excel, el cual con los resultados nos ayudó a graficar las tablas y figuras los cuales presentamos en el capítulo de resultados. La presentación de tablas y figuras de la presentación de los resultados nos ayudaron a establecer y analizar los resultados de laboratorio con lo que se pudo realizar las conclusiones del presente trabajo de tesis.

### **3.7. Aspectos éticos.**

Según Espinoza (2019), los científicos tienen el deber de informar con precisión lo que descubren mientras realizan su investigación diaria. Es por esto que es de vital importancia que el investigador actúe de acuerdo con sus más altos principios morales al realizar una investigación científica (Pérez y Cardona, 2004).

Para llevar a cabo la investigación los ensayos de laboratorio de concreto se realizarán en el laboratorio de mecánica de suelos de la empresa Laboratorio de Geotecnia pavimentos y consultoría Puno E.I.R.L.

Sin embargo, debido a que el marco teórico para esta investigación está debidamente citado y referenciado mediante el formato de redacción APA, no hay lugar para el plagio, y estos textos no necesitan pasar por ningún software antiplagio, como Turnitin, porque tiene citas debidamente establecida. Lo que se deja fuera está en consonancia con los elogios del autor de la tesis.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Propiedades y características físicas y mecánicas del agregado.

#### - Contenido de humedad norma MTC E 108.

Como se puede observar en la tabla 4, el contenido de humedad realizado con la norma MTC E 108, el agregado grueso y fino presenta un contenido de humedad de 1.55 y 2.85% respectivamente.

**Tabla 4.** Resultados del Contenido de humedad.

Identificación	Agregado grueso	Agregado fino
Masa húmeda	601	597
Masa seca	597	592
Peso del agua	24.1	25.1
Peso del agregado seco	508	507
% De humedad	1.55%	2.85%

Nota: Elaborado por la tesista.

#### - Análisis granulométrico norma MTC E 204.

Como podemos observar en la figura 18 la curva granulométrica realizado con la norma MTC E 204, muestra que los agregados finos y gruesos se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma ASTM.

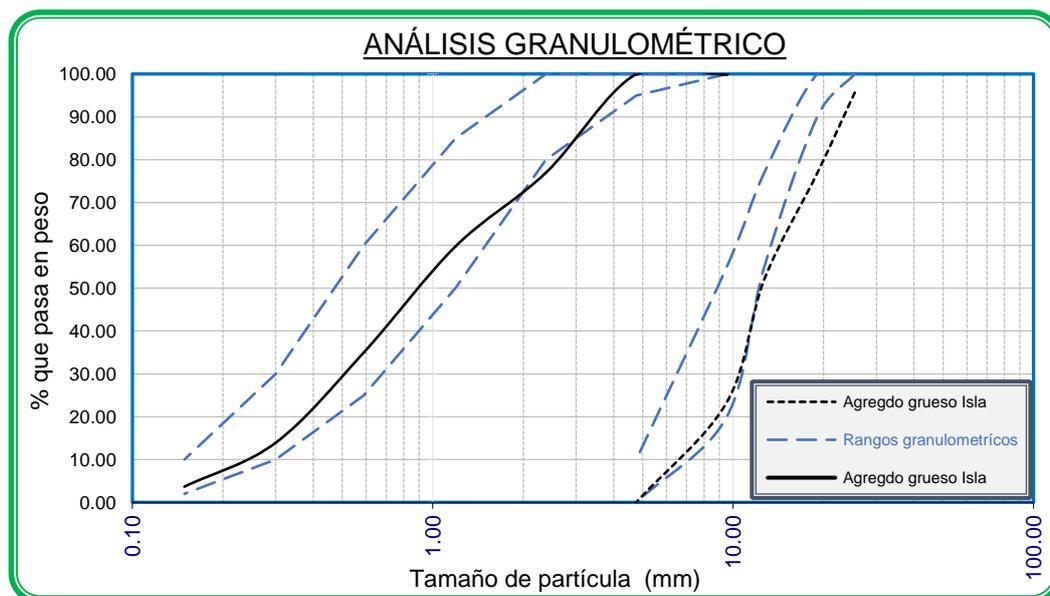


Figura 18: Resultados del Análisis granulométrico mezcla patrón (S100.0 – HE0.0).

Fuente: Elaborado por la tesista.

- **Peso específico y Absorción norma MTC E 205.**

Como apreciamos en la tabla 5 los resultados del ensayo MTC E 205 el agregado grueso tiene un Peso específico seco, saturado y aparente de 2.56, 2.60 y 2.66 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente con una absorción de 1.52%.

**Tabla 5.** Resultados del Peso específico y Absorción norma MTC E 205.

Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A. Masa saturada (en el aire)	g	3133.00	1156.00	1179.00
B. Masa saturada (en agua)	g	1918.00	710.00	727.00
C. Volumen de masa + vacíos	cm <sup>3</sup>	1215.00	446.00	452.00
D. Masa material seco	g	3086.00	1138.00	1162.00
E. Volumen de masa	cm <sup>3</sup>	1168.00	428.00	435.00
F. Masa Esp. Bulk (seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.55	2.57
G. Masa Esp. Bulk (saturada)	gr/cm <sup>3</sup>	2.579	2.59	2.61
H. Masa Esp. Aparente (seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.642	2.66	2.67
I. Absorción	%	1.52	1.58	1.46

- **Peso específico y Absorción norma MTC E 206.**

Como apreciamos en la tabla 6 los resultados del ensayo MTC E 206 el agregado fino tiene un Peso específico seco, saturado y aparente de 2.52, 2.58 y 2.68 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente con una absorción de 2.25%.

**Tabla 6.** Resultados del Peso específico y Absorción norma MTC E 206.

Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A. Masa saturada (en el aire)	g	500.00	500.00	500.00
B. Masa frasco + H <sub>2</sub> O	g	1296.00	1298.00	1300.00
C. Masa frasco + H <sub>2</sub> O + (A)	g	1796.00	1798.00	1800.00
D. Masa + H <sub>2</sub> O en el frasco	g	1602.00	1604.00	1606.00
E. Volumen de masa + vacíos	cm <sup>3</sup>	194.00	194.00	194.00
F. Masa material seco	g	487.00	489.00	489.00
G. Volumen de masa	cm <sup>3</sup>	181.00	183.00	183.00
H. Masa Esp. Bulk (seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.51	2.52	2.52
I. Masa Esp. Bulk (saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.58	2.58	2.58
J. Masa Esp. Aparente (seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.69	2.67	2.67
K. Absorción	%	2.67	2.25	2.25

Nota: Elaborado por la tesista.

- **Peso unitario norma MTC E 203 agregado grueso.**

Como podemos observar en la tabla 7 los valores obtenidos del Peso unitario del agregado grueso realizado con la norma MTC E 203, muestra un peso unitario suelto promedio de 1.80 gr/cm<sup>3</sup> y un peso unitario varillado promedio de 1.91 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 7.** Resultados del Peso unitario norma MTC E 203 agregado grueso.

Peso unitario suelto				
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A. Masa de material + molde	g	9795.00	9777.00	9750.00
B. Masa molde	g	6026.00	6026.00	6026.00
C. Masa material	g	3769.00	3751.00	3724.00
D. Volumen molde	cm <sup>3</sup>	2077.30	2077.30	2077.30
E. Masa unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.81	1.81	1.79
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>		1.80	
Peso unitario varillado				
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A. Masa de material + molde	g	9968.00	10004.00	9980.00
B. Masa molde	g	6026.00	6026.00	6026.00
C. Masa material	g	3942.00	3978.00	3954.00
D. Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	2077.30	2077.30	2077.30
E. Masa unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.90	1.92	1.90
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>		1.91	

Nota: Elaborado por la tesista.

- **Peso unitario norma MTC E 203 agregado fino.**

Como podemos observar en la tabla 8 los resultados del Peso unitario de los agregados finos realizado con la norma MTC E 203, muestra un peso unitario suelto promedio de 1.80 gr/cm<sup>3</sup> y un peso unitario varillado promedio de 1.91 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 8. Resultados del Peso unitario norma MTC E 203 agregado fino.**

Peso unitario suelto				
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A. Masa de material + molde	g	9956.00	9960.00	9980.00
B. Masa molde	g	6026.00	6026.00	6026.00
C. Masa material	g	3930.00	3934.00	3954.00
D. Volumen molde	cm <sup>3</sup>	2077.30	2077.30	2077.30
E. Masa unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.89	1.89	1.90
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>		1.90	
Peso unitario varillado				
Descripción	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
A. Masa de material + molde	g	10150.00	10185.00	10130.00
B. Masa molde	g	6026.00	6026.00	6026.00
C. Masa material	g	4124.00	4159.00	4104.00
D. Volumen molde	cm <sup>3</sup>	2077.30	2077.30	2077.30
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.99	2.00	1.98
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>		1.99	

Nota: Elaborado por la tesista.

#### 4.2. Diseño de mezcla norma ACI 211.1.

##### - Características técnicas del cemento.

Debido a que estaba fácilmente disponible y era de alta calidad, el cemento utilizado en el concreto provino de la marca Rumi. Este cemento tiene los siguientes atributos técnicos.

**Tabla 9.** Características técnicas del cemento.

Características físicas	Unidad	CPSAA	Especificaciones NTP 334.082
% de aire	%	6.00	-
% de expansión	%	0.70	0.80 máximo
Superficie	cm <sup>2</sup> /g	4210.00	-
Peso específico	tn/m <sup>3</sup>	2.90	-
Peso de Material Suelto	tn/m <sup>3</sup>	1.50	-

Nota: Elaborado por la tesista.

- **Características técnicas de los agregados.**

La cantera Isla en Juliaca proporcionó los agregados utilizados en el diseño del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Estos materiales tenían las siguientes características técnicas:

**Tabla 10.** Características técnicas de los agregados.

Propiedades físicas	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
Masa Unit. Seco Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1.988	1.905
Masa Unitario Seco Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1.896	1.804
Masa Específico de muestra	gr/cc	2.577	2.593
% de Humedad	%	7.82	4.10
% de Absorción	%	2.390	1.520
Módulo de Finura		3.4068	7.5319
Tamaño Máximo de agregado	pulg.	--	1"

Nota: Elaborado por la tesista.

- **Datos para el diseño f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.**

La tabla 11 muestra los datos que se consideraron para el diseño del concreto para una resistencia a los 28 días de 210 kg/cm<sup>2</sup>, los datos para el diseño fueron tomados de la norma ACI 211.1.

**Tabla 11.** Características técnicas de los agregados.

Propiedades	Unidad	Dato para el diseño
Clima	-	Frio
Slump	Pulgadas	4
Agua /m <sup>3</sup>	Litros	193.00
Contenido de Aire	%	1.50
Resistencia Especificada (f 'c)	Kg/cm <sup>2</sup>	210.00
Resistencia Requerida (f'cr)	Kg/cm <sup>2</sup>	210+84
Relación agua – cemento	-	0.55
Factor de Cemento	Kg/m <sup>3</sup>	350.91
% Agregado Grueso	%	60
% Agregado fino	%	40

Nota: Elaborado por la tesista.

- **Datos para el diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.**

La tabla 12 muestra las Cantidades de cada material por un metro cubico de concreto y por una bolsa de cemento consideraron para el diseño del concreto para una resistencia a los 28 días de 210 kg/cm<sup>2</sup>, los datos para el diseño fueron obtenidos siguiendo el procedimiento descrito en la norma ACI 211.1.

**Tabla 12.** Características técnicas de los agregados.

Material de la mezcla	Cantidad en peso por m <sup>3</sup> (kg)	Cantidad en obra por pie <sup>3</sup> (1 bolsa)
Cemento	350.90 kg	1.00
Agregado fino	723.80	2.52
Agregado grueso	1062.90	1.63
Agua (litros)	129.00	15.64

Nota: Elaborado por la tesista.

**4.3. Temperaturas en el periodo de curado.**

- **Temperaturas registradas en época de helada.**

La tabla 13 muestra el registro de las temperaturas en el periodo de curado del concreto en épocas de heladas.

**Tabla 13.** Registro de la temperatura en el periodo de curado en épocas de helada.

Hora del día	Temperaturas en el periodo de curado (°C)				
	0 días	3 días	7 días	21 días	28 días
04:00:00	-5.0	-6.2	-5.6	-5.9	-1.5
06:00:00	-5.8	-7.0	-6.4	-6.7	-2.3
08:00:00	7.0	5.8	6.4	5.5	10.5
10:00:00	14.1	12.9	13.5	12.3	17.6
12:00:00	16.3	15.1	15.7	14.3	19.8
14:00:00	6.5	5.3	5.9	5.0	10.0
16:00:00	1.0	-0.2	0.4	-0.2	4.5
18:00:00	-2.1	-3.3	-2.7	-3.1	1.4
20:00:00	-4.0	-5.2	-4.6	-4.9	-0.5
22:00:00	-6.2	-7.4	-6.8	-7.0	-2.7

Nota: Elaborado por el tesista.

- **Temperaturas registradas en condiciones normales.**

La tabla 14 muestra el registro de las temperaturas en el periodo de curado del concreto en condiciones normales.

**Tabla 14.** Registro de la temperatura en el periodo de curado en condiciones normales.

Hora del día	Temperaturas en el periodo de curado (°C)				
	0 días	3 días	7 días	21 días	28 días
04:00:00	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	0.0
06:00:00	-1.8	-1.7	-1.9	-1.8	-0.8
08:00:00	11.0	10.5	11.6	11.0	12.0
10:00:00	18.1	17.2	19.0	18.1	19.1
12:00:00	20.3	19.3	21.3	20.3	21.3
14:00:00	10.5	10.0	11.0	10.5	11.5
16:00:00	5.0	4.8	5.3	5.0	6.0
18:00:00	1.9	1.8	2.0	1.9	2.9
20:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
22:00:00	-2.2	-2.1	-2.3	-2.2	-1.2

Nota: Elaborado por el tesista.

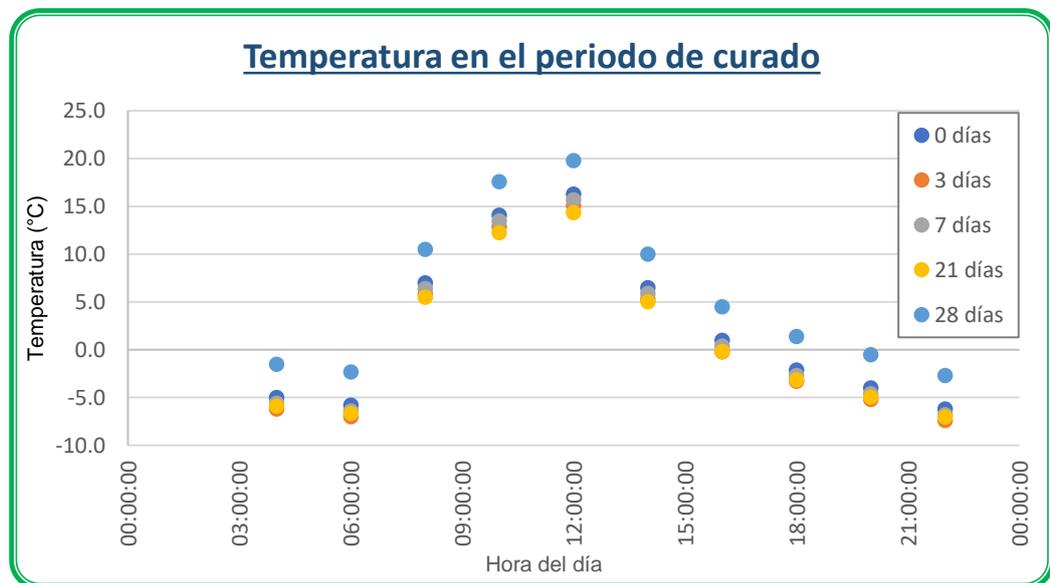


Figura 19: Registro de temperaturas en el periodo de curado.

Fuente: Elaborado por la tesista.

Como se observa en la figura 19, el registro de temperaturas en el periodo de curado varía en función de la hora del día; siendo similar para los días de curado de 0, 3, 7, 21 y 28 días; variando entre -10 a 20°C.

#### 4.4. Resistencia a la Compresión del concreto MTC E 704.

##### - Concreto curado en condiciones de heladas.

La tabla 15 presenta los resultados registrados del ensayo Resistencia a la Compresión del concreto realizado con la norma MTC E 704 para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado.

**Tabla 15.** Resultados de la resistencia del concreto curado en condiciones de heladas.

Muestra	Resistencia del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )				
	0 días	3 días	7 días	21 días	28 días
1	105.67	143.79	171.38	181.90	197.15
2	122.15	117.24	184.87	184.43	191.36
3	113.91	130.51	178.12	183.16	194.26
4	118.03	137.15	174.75	182.53	195.70
5	113.91	140.48	173.06	182.21	196.43
Promedio	114.73	133.83	176.43	182.85	194.98

Nota: Elaborado por el tesista.

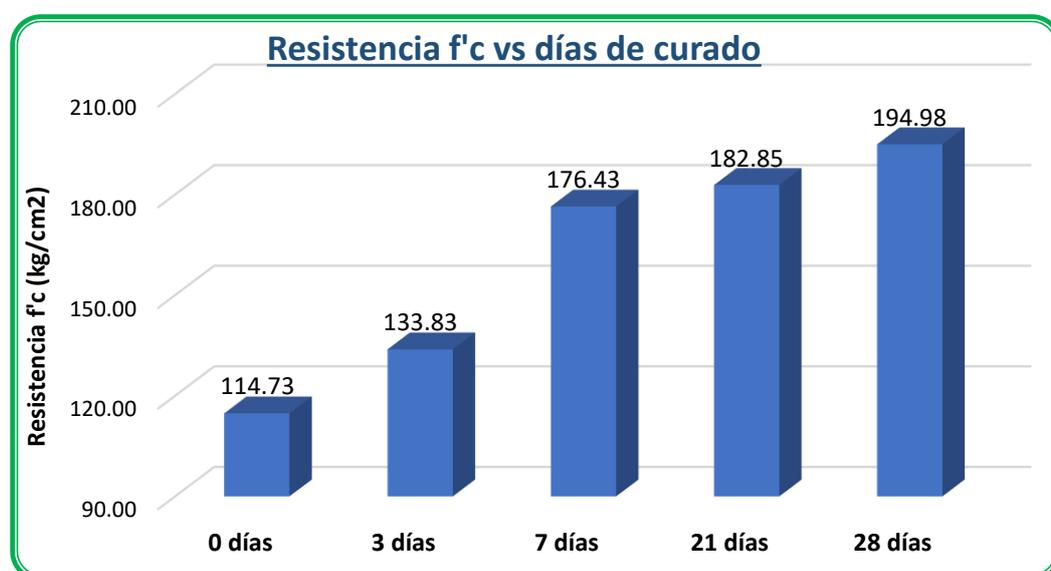


Figura 20: Resultados de la resistencia del concreto curado en condiciones de heladas. Fuente: Elaborado por la tesista.

Como lo demuestra la figura 20, la resistencia del concreto se incrementa en función a los días de curado del concreto fraguado en épocas de heladas, obtenido valores promedio de 115, 134, 176, 182 y 195 kg/cm<sup>2</sup> para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado respectivamente.

- **Porcentaje de variación en la resistencia f'c 210 kg/cm2.**

La tabla 16 y la figura 21 muestra los Porcentaje de variación en la resistencia del concreto de 210 kg/cm2 para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado en épocas de heladas.

**Tabla 16.** Porcentaje de variación en la resistencia f'c 210 kg/cm2.

Muestra	Porcentaje de resistencia en relación a 210 kg/cm2				
	0 días	3 días	7 días	21 días	28 días
1	49.68%	31.53%	18.39%	13.38%	6.12%
2	41.83%	44.17%	11.97%	12.18%	8.88%
3	45.76%	37.85%	15.18%	12.78%	7.50%
4	43.79%	34.69%	16.79%	13.08%	6.81%
5	45.76%	33.11%	17.59%	13.23%	6.46%
Promedio	45.36%	36.27%	15.98%	12.93%	7.15%

Nota: Elaborado por el tesista.

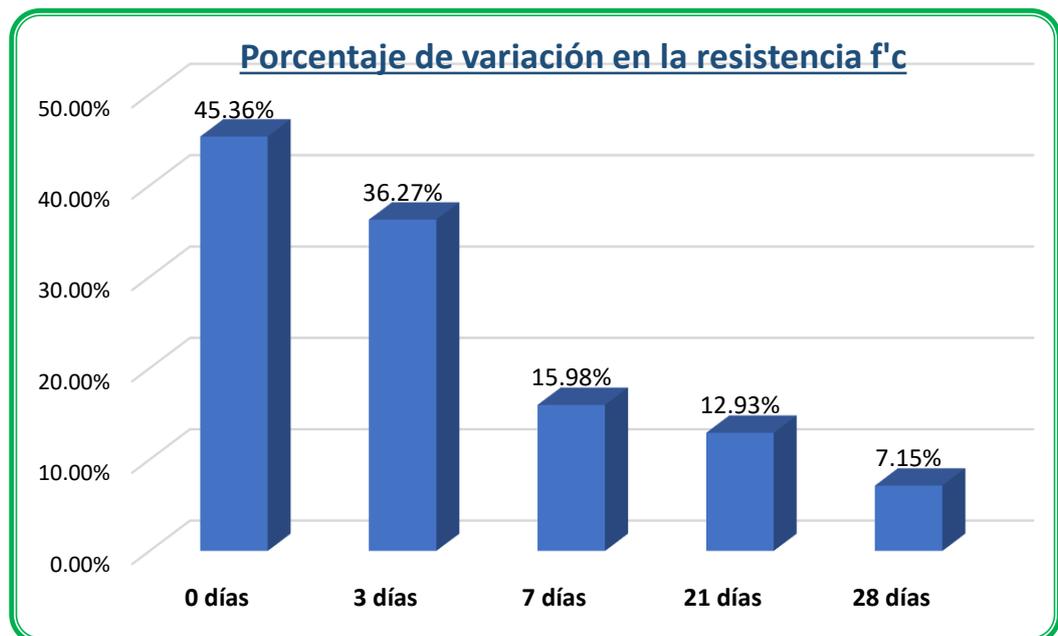


Figura 21: Porcentaje de variación en la resistencia en épocas de heladas.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

Como se puede observar en la figura 20, los Porcentaje de resistencia del concreto de 210 kg/cm2 para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado en épocas de heladas varían entre 45, 36, 16, 13 y 7% respectivamente; en relación al diseño de concreto de 210 kg/cm2.

- **Concreto curado en condiciones de normales.**

La tabla 17 presenta los resultados registrados del ensayo Resistencia a la Compresión del concreto realizado con la norma MTC E 704 para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado en condiciones normales.

**Tabla 17.** Resultados de resistencia del concreto curado en condiciones normales.

Muestra	Resistencia del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )				
	0 días	3 días	7 días	21 días	28 días
1	180.29	194.45	209.61	209.75	222.32
2	174.39	202.40	209.12	211.87	223.93
3	177.34	198.43	209.37	210.81	223.13
4	175.87	200.41	209.25	211.34	223.53
5	177.34	198.43	209.37	210.81	223.13
Promedio	177.05	198.82	209.34	210.91	223.21

Nota: Elaborado por el tesista.

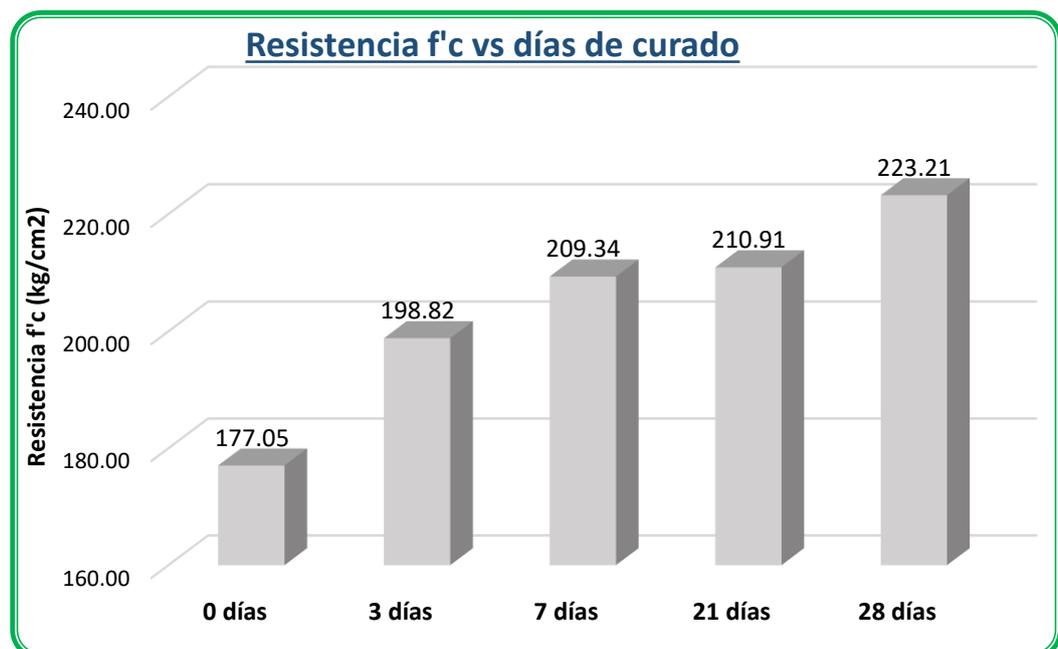


Figura 22: Resultados de resistencia del concreto curado en condiciones normales.

Fuente: Elaborado por la tesista.

Como lo demuestra la figura 22, la resistencia a la compresión se incrementa en función a los días de curado del concreto fraguado en condiciones normales, obtenido valores promedio de 177, 199, 209, 211 y 223 kg/cm<sup>2</sup> para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado respectivamente.

- **Porcentaje de variación en la resistencia del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.**

La tabla 18 y la figura 23 muestra los Porcentaje de variación en la resistencia del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado en condiciones normales.

**Tabla 18.** Porcentaje de variación en la resistencia del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra	Porcentaje de resistencia en relación a 210 kg/cm <sup>2</sup>				
	0 días	3 días	7 días	21 días	28 días
1	14.15%	7.41%	0.19%	0.12%	-5.87%
2	16.96%	3.62%	0.42%	-0.89%	-6.63%
3	15.55%	5.51%	0.30%	-0.38%	-6.25%
4	16.25%	4.56%	0.36%	-0.64%	-6.44%
5	15.55%	5.51%	0.30%	-0.38%	-6.25%
Promedio	15.69%	5.32%	0.31%	-0.43%	-6.29%

Nota: Elaborado por el tesista.

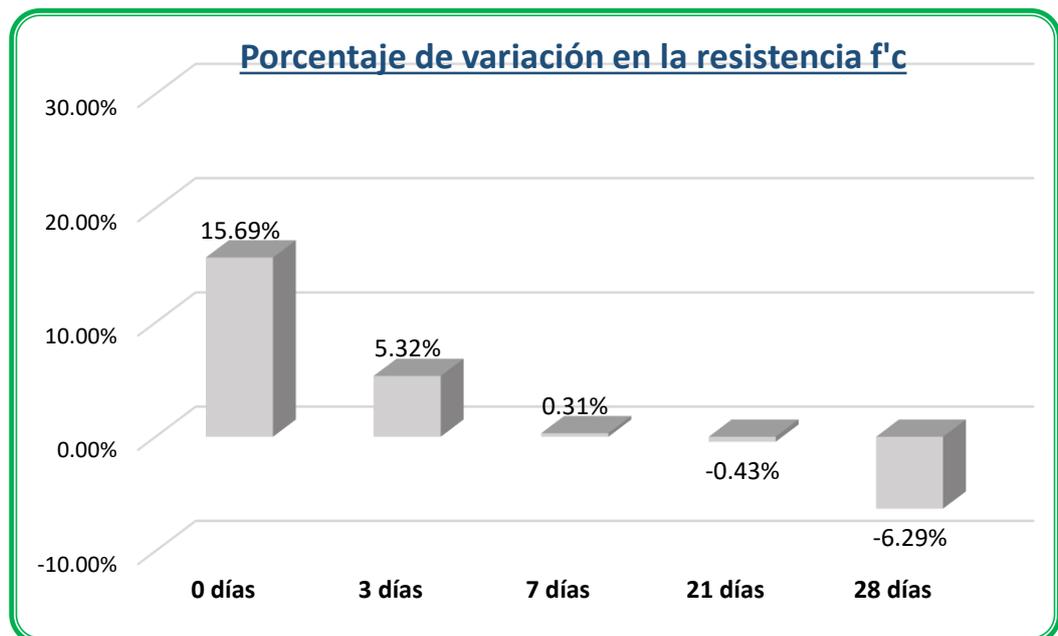


Figura 23: Porcentaje de variación en la resistencia en condiciones normales.

Fuente: Elaborado por la tesista.

Como se puede observar en la figura 23, los Porcentaje de resistencia del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado en condiciones normales varían entre 15.7, 5.3, 0.31, -0.43 y -6.3% respectivamente; en relación al diseño de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- Resistencia  $f'c$  en épocas de helada vs condiciones normales.

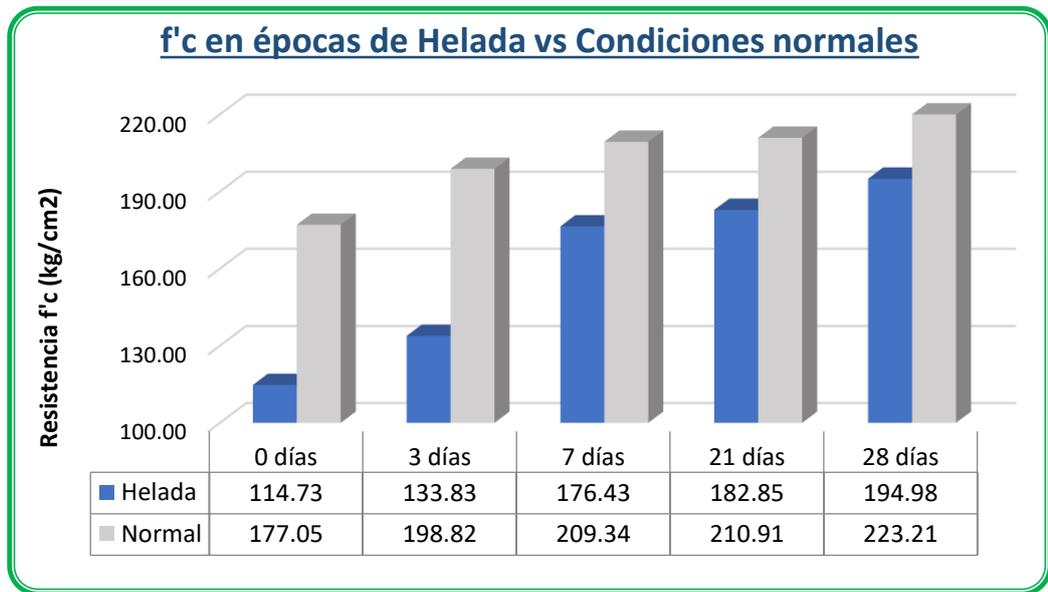


Figura 24: Resistencia  $f'c$  en épocas de helada vs condiciones normales.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

La figura 24 evidencia que la resistencia  $f'c$  de los concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> curados a los 0, 3, 7, 21 y 14 días en épocas de heladas son claramente menores a los concretos curados en condiciones normales.

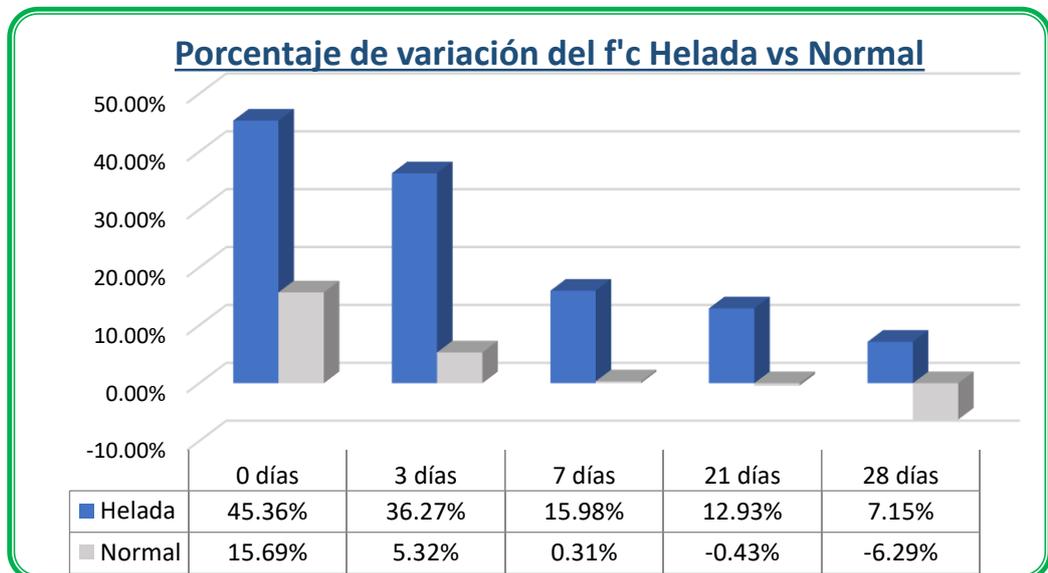


Figura 25: Porcentaje de variación del  $f'c$  en épocas de helada vs condiciones normales.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

La figura 25 muestra que el porcentaje de variación de la resistencia  $f'c$  de los concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> curados a los 0, 3, 7, 21 y 14 días es menor en condiciones normales comparados a los de épocas de heladas.

#### 4.5. Resistencia a la Flexión del concreto MTC E 709.

##### - Concreto curado en condiciones de heladas.

La tabla 19 presenta los resultados registrados del ensayo Resistencia a la Flexión del concreto realizado con la norma MTC E 709 para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado.

**Tabla 19.** Resultados de la resistencia a la flexión curado en épocas de heladas.

Muestra	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )				
	0 días	3 días	7 días	21 días	28 días
1	37.17	43.61	51.30	59.22	64.80
2	35.91	44.33	56.21	58.55	63.14
3	36.54	43.97	53.75	58.88	63.97
4	36.23	44.15	54.98	58.71	63.55
5	36.54	43.97	53.75	58.88	63.97
Promedio	36.48	44.00	54.00	58.85	63.88

Nota: Elaborado por el tesista.

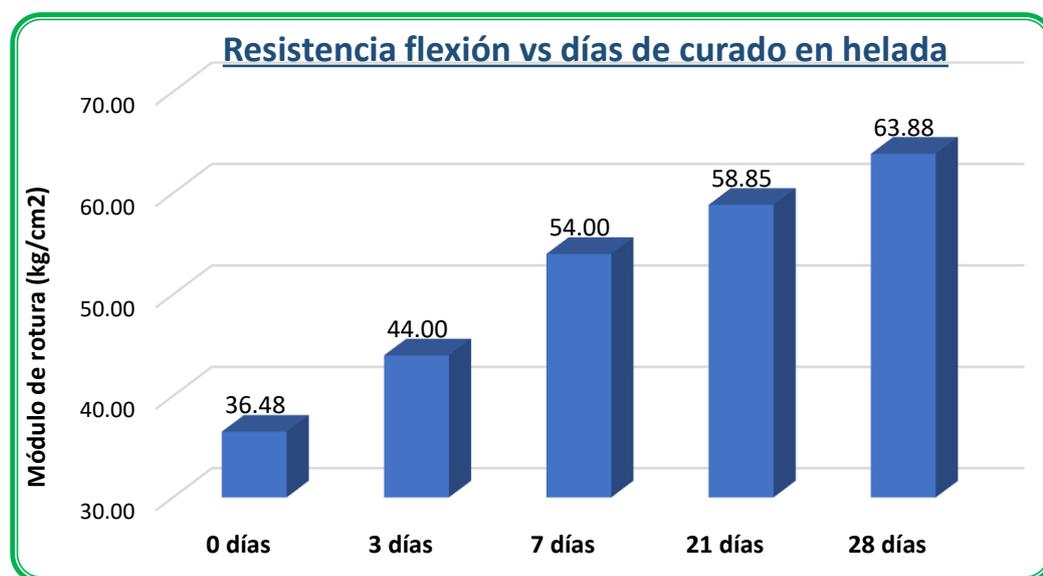


Figura 26: Resultados de la resistencia a la flexión curado en épocas de heladas.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

Como lo demuestra la figura 26, la resistencia a la flexión se incrementa en función a los días de curado del concreto fraguado en épocas de heladas, obtenido valores promedio de 36.5, 44.0, 54.0, 58.8 y 63.9 kg/cm<sup>2</sup> para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado respectivamente.

- **Concreto curado en condiciones de normales.**

La tabla 20 presenta los resultados registrados del ensayo Resistencia a la flexión del concreto realizado con la norma MTC E 709 para 0, 3 7, 21 y 28 días de curado en condiciones normales.

**Tabla 20.** Resultados de la resistencia a la flexión curado en condiciones normales.

Muestra	Resistencia del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )				
	0 días	3 días	7 días	21 días	28 días
1	36.68	41.45	56.07	65.43	70.65
2	35.82	42.26	54.95	68.13	70.29
3	36.25	41.85	55.51	66.78	70.47
4	36.03	42.05	55.23	67.46	70.38
5	36.25	41.85	55.51	66.78	70.47
Promedio	36.20	41.89	55.45	66.92	70.45

Nota: Elaborado por el tesista.

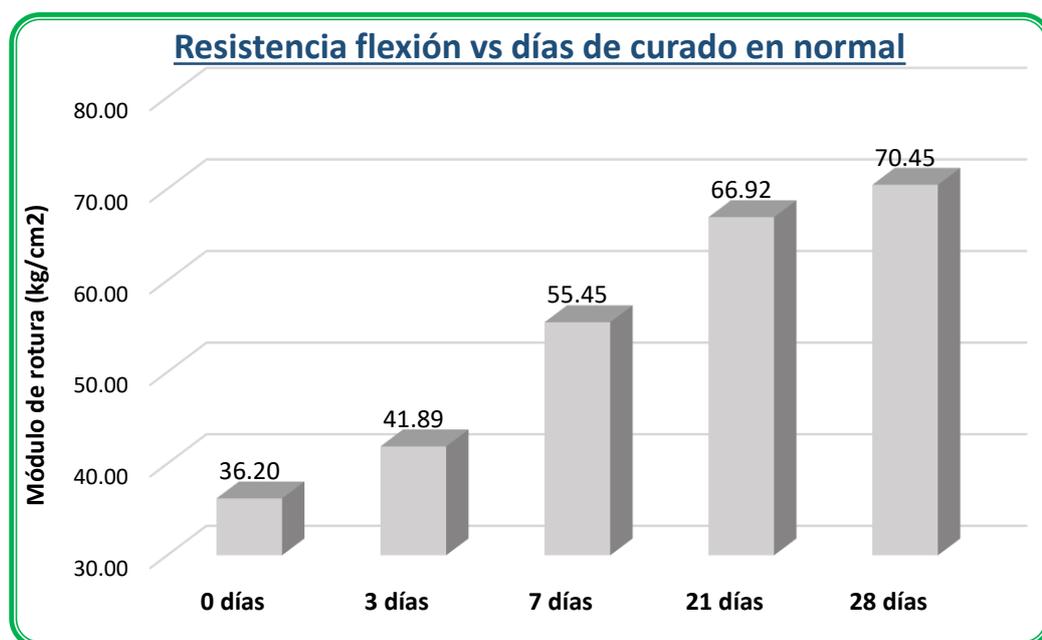


Figura 27: Resultados de la resistencia a la flexión curado en condiciones normales.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

Como lo demuestra la figura 27, la resistencia a la flexión se incrementa en función a los días de curado del concreto fraguado en condiciones normales, obtenido valores promedio de 36.2, 41.9, 55.4, 66.9 y 70.4 kg/cm<sup>2</sup> para 0, 3, 7, 21 y 28 días de curado respectivamente.

- Resistencia de flexión en épocas de helada vs condiciones normales.

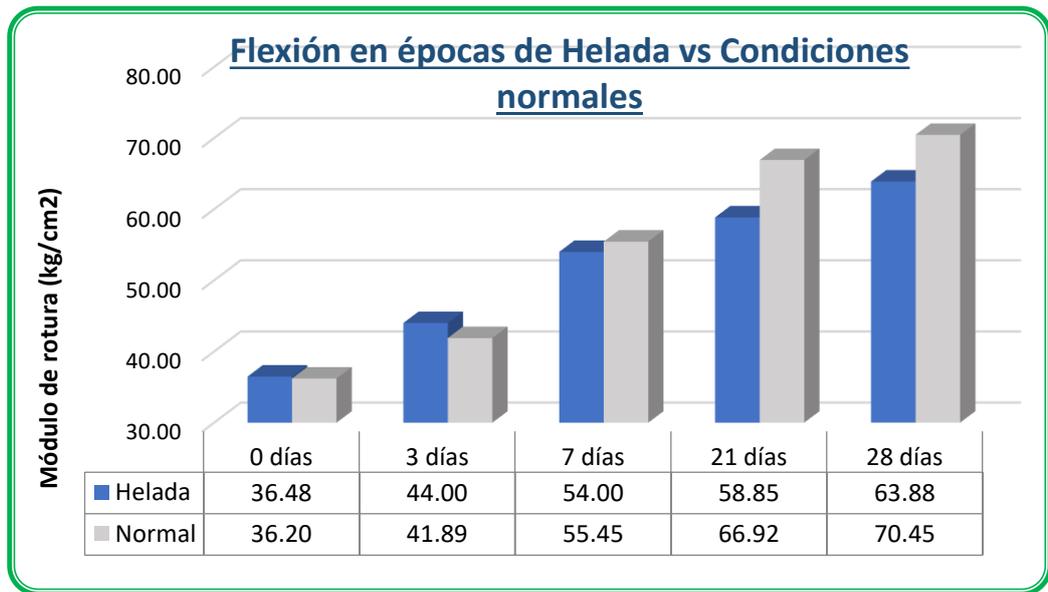


Figura 28: Resistencia a la flexión en épocas de helada vs condiciones normales.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

La figura 28 evidencia que la resistencia a la flexión de los concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> curados a los 0, 3, 7, 21 y 14 días en épocas de heladas son muy similares a los concretos curados en condiciones normales.

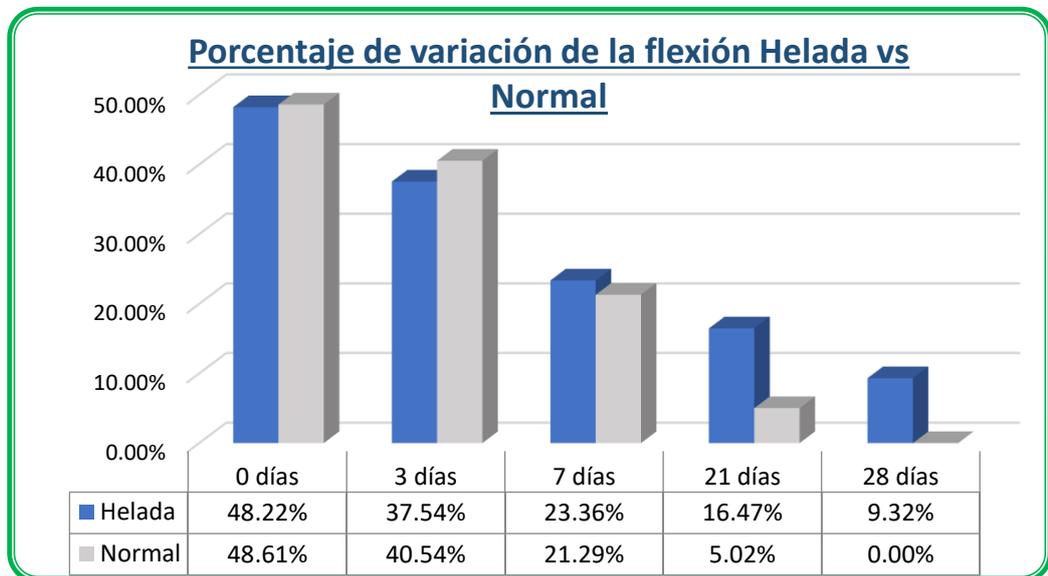


Figura 29: Porcentaje de variación de la resistencia a la flexión en helada vs normal.  
Fuente: Elaborado por la tesista.

La figura 29 muestra que el % de variación de la resistencia a la flexión de los concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> curados a 0, 3, 7, 21 y 14 días en condiciones normales y épocas de heladas tienen mayor diferencia a los 21 y 28 días.

## **V. DISCUSIÓN.**

### **5.1. Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.**

De acuerdo con los resultados mostrados en el apartado 3.5.1. las propiedades y características físicas y mecánicas de los agregados de la cantera Isla muestran valores aceptables para la elaboración de concreto para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, su curva granulometría se encuentra dentro de los parámetros establecidos en las normas granulométricas para concreto; además, estos resultados son semejantes a los obtenidos por Niño (2015) y Jiménez y Ordoñez (2021).

### **5.2. Resistencia a Compresión del concreto.**

De acuerdo a los datos presentados en la figura 24 y 25 es evidente que la resistencia a la compresión simple  $f'_c$  de los concretos para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> curados a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en épocas de heladas son claramente menores a los concretos curados en condiciones normales, siendo menor hasta un 45% cuando el concreto no se cura ni un solo día en las épocas de heladas; estos resultados concuerdan con los resultados de Catacora (2015), Maldonado (2015), Cuellar y Sequeiros (2017), Solís, Moreno y Serrano (2013) y Beltrán (2015) donde expresan que las heladas influyen de manera negativa sobre la resistencia a la compresión del concreto.

### **5.3. Resistencia a la Flexión del concreto.**

Con respecto a la resistencia a la flexión del concreto, las figuras 28 y 29 evidencian que la resistencia a la flexión de los concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> curados a los 0, 3, 7, 21 y 14 días en épocas de heladas son muy similares a los concretos curados en condiciones normales; además se observa que el porcentaje de variación de la resistencia a la flexión de los concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> curados a 0, 3, 7, 21 y 28 días en condiciones normales y épocas de heladas tienen mayor diferencia a los 21 y 28 días; estos datos son similares a los obtenidos por Beltrán (2015).

## VI. CONCLUSIONES.

Las propiedades y características de los agregados de la cantera Isla muestran resultados aceptables para la elaboración de concreto para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, la curva granulometría se encuentra dentro de los rangos establecidos en la norma, Peso Unitario Seco Compactado fue de 1.988 y 1.905 kg/m<sup>3</sup>, el Peso Unitario Seco Suelto fue de 1.896 y 1.804 kg/m<sup>3</sup>, Peso Específico de la masa fue de 2.577 y 2.593 gr/cc, el Porcentaje de Absorción fue de 2.390 y 1.520 para los agregados finos y gruesos respectivamente.

Respecto al diseño de mezcla se concluye que las cantidades de material por metro cúbico de concreto fueron de 350.90 kg de cemento, 723.80 kg de agregado fino, 1062.90 kg de agregado grueso con 129.00 litros de agua y por bolsa de cemento da una dosificación de 1:2.52:1.63 de cemento, agregado fino y grueso respectivamente y 15.64 litros de agua; estas cantidades fueron considerados para el diseño del concreto de  $f_c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Respecto a la temperatura se concluye que el registro de temperaturas en el periodo de curado varía en función de la hora del día; siendo similar para los días de curado de 0, 3, 7, 21 y 28 días; variando entre -10 a 20°C y para el curado en condiciones normales se tuvieron entre -2.2 hasta 21.0 °C.

Respecto a la resistencia a la compresión se concluye que la resistencia a la compresión de los concretos para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> se incrementa en función a los días de curado, además se observa que dicha resistencia curadas en épocas de heladas son claramente menores a los concretos curados en condiciones normales, siendo menor hasta un 45% cuando el concreto no se cura ni un solo día y 7.15% menor cuando se cura los 28 días.

Respecto a la flexión se concluye que esta característica en los concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> curados a los 0, 3, 7, 21 y 28 días en épocas de heladas son muy similares a los concretos curados en condiciones normales; además se observa que el porcentaje de variación de dicha resistencia en condiciones normales y épocas de heladas tienen mayor diferencia a los 21 y 28 días.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda determinar las propiedades y características físicas y mecánicas de los agregados de otras canteras y analizar si presentan características aceptables para la elaboración de concreto para una resistencias iguales o superiores de 210 kg/cm<sup>2</sup>, puesto que cada cantera tiene sus características particulares las cuales infieren la dosificación de materiales del diseño de mezcla.

Respecto al diseño de mezcla se recomienda realizar diseño de mezcla para resistencias superiores a la del presente trabajo, tomando en cuenta las características determinadas en este documento.

Respecto a la temperatura se recomienda registrar las temperaturas que se tiene durante todo el periodo de fraguado del concreto para temporadas diferentes de las heladas en la ciudad altiplánica de Juliaca.

Respecto a la resistencia a la compresión se recomienda determinar la influencia que tiene la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia a la compresión de los concretos para resistencias superiores de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Respecto a la resistencia a la flexión se recomienda determinar la influencia que tiene la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia a la flexión de los concretos para resistencias superiores de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Por último, se recomienda seguir investigando sobre la influencia de las heladas sobre las propiedades mecánicas y físicas de los concretos de alta resistencia.

## REFERENCIAS

- Arangui Castillo, G. Y. (2015). La Importancia Del Uso De Agregados Provenientes De Canteras De Calidad. *In Crescendo. Ingeniería*, 11-18.
- Bañón Blázquez, L., & Bevía Garcia, J. F. (2010). *Construcción Mantenimiento manual de carreteras*. Madrid, España.
- Borja Suárez , M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.
- Carvajal Buenahora, M. F., & González Barragán, E. A. (2012). *Comparación de los módulos de elasticidad de concreto normal, con el ensayo de compresión y el ensayo de flexión*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional.
- Choque Quispe, W. (2019). *Evolución del valor relativo de soporte con respecto al tiempo de fraguado y la relación agua/cemento del relleno fluido fabricado con agregado fino de la cantera "Isla"- Juliaca, para*. Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Dicovski Riobóo, L. M. (2010). *Análisis de regresión múltiple*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Elizondo Valverde, G. O. (2013). *Resistencia vs. relación A/C del concreto a tres edades y con dos tipos de cemento (UG y MP-AR)* . Costa Rica: Escuela Ingeniería en Construcción.
- Flores Curasi, Y. V., & Mendoza Huaraychiri, J. C. (2019). *Análisis de la correlación del  $M_r$  vs la resistencia  $f'_t$  y compresión  $f'_c$  de concreto  $f'_c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$  con fibras de polipropileno y metálicas a los 7, 14 y 28 días de edad*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). Metodología de la investigación : Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill Education. 20 referencias
- Gómez, G. J. (2009). *Determinación De Las Ecuaciones De Correlación Entre Los Ensayos Que Proporcionan Los Valores De Resistencia De La Subrasante En El Tramo De La Carrera 45 Con Calle 86 Hasta El Parque De Aranjuez Del Sistema De Transporte Masivo Metroplús*. Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
- Kumar Mehta, P., & Monteiro, P. J. (1985). *Concreto Estructural, propiedades y materiales*. Universidad de California: IMCYC.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Patiño, O., & Méndez, R. (s.f.). Control de calidad del concreto . *RIDTEC-Universidad Tecnológica de Panamá*, 59-64.
- Sanchez Muñoz, F. L., & Tapia Medina, R. D. (2015). *Relacion de la resistencia a la compresion de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresion de cilindros de concreto a edad de 28 días*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Vara Horna, A. A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres.
- Cubas Pérez, C., & Tafur Campos, N. N. (2019). *Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria de la región Lambayeque y su aplicación en pavimentos rígidos*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Machaca Herrera, B. F., & Vilavila Morales, J. W. (2021). *Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, para diseño de pavimentos rígidos en concretos fast track con agregados de la cantera Isla del Distrito de Juliaca*. Juliaca: Universidad Peruana Unión.



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CURADO EN ÉPOCAS DE HELADAS SOBRE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, JULIACA, 2023

**CANTERA** : ISLA

**TESISTA** : BACH. YENY MARILUZ COPA MAMANI

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

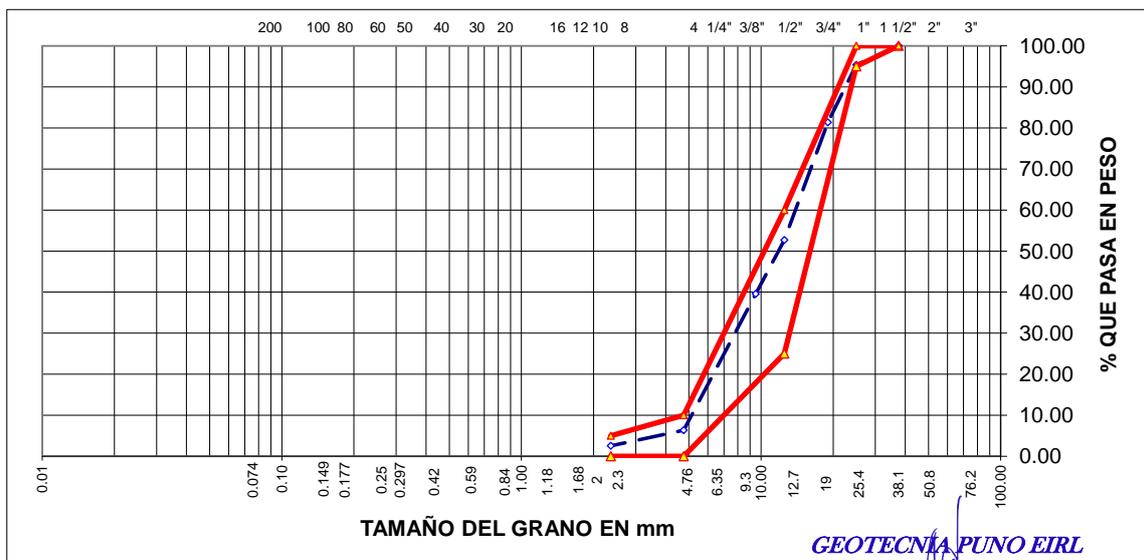
**UBICACIÓN** : JULIACA

**FECHA** : 30/06/2023

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - C136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000					<b>HUSO</b>	Peso inicial : 3768 gr
2"	50.000					<b>AG-57</b>	
1 1/2"	37.500				100.00	<b>100.00</b>	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	174.00	4.62	4.62	95.38	<b>95 - 100</b>	
3/4"	19.000	528.00	14.01	18.63	81.37		Módulo de fineza : 7.702
1/2"	12.500	1,081.00	28.69	47.32	52.68	<b>25 - 60</b>	Peso específico : 2.593 g/cm3
3/8"	9.500	494.00	13.11	60.43	39.57		Peso Unit. Suelto : 1.804 tn/m3
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.905 tn/m3
No.04	4.750	1,252.00	33.23	93.66	6.34	<b>0 - 10</b>	Humedad Natural : 4.100 %
No.08	2.360	143.00	3.80	97.46	2.54	<b>0 - 5</b>	Absorción : 1.520 %
No.16	1.180	41.00	1.09	98.55	1.45		
No.30	0.600	21.00	0.56	99.11	0.89		
No.50	0.300	0.00	0.00	99.11	0.89		
No.100	0.150	0.00	0.00	99.11	0.89		
No.200	0.075	0.00	0.00	99.11	0.89		
<No.200		34.00	0.89	100.00			
TOTAL		3,768.00	100.00	770.2			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CURADO EN ÉPOCAS DE HELADAS SOBRE LA  
RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, JULIACA, 2023

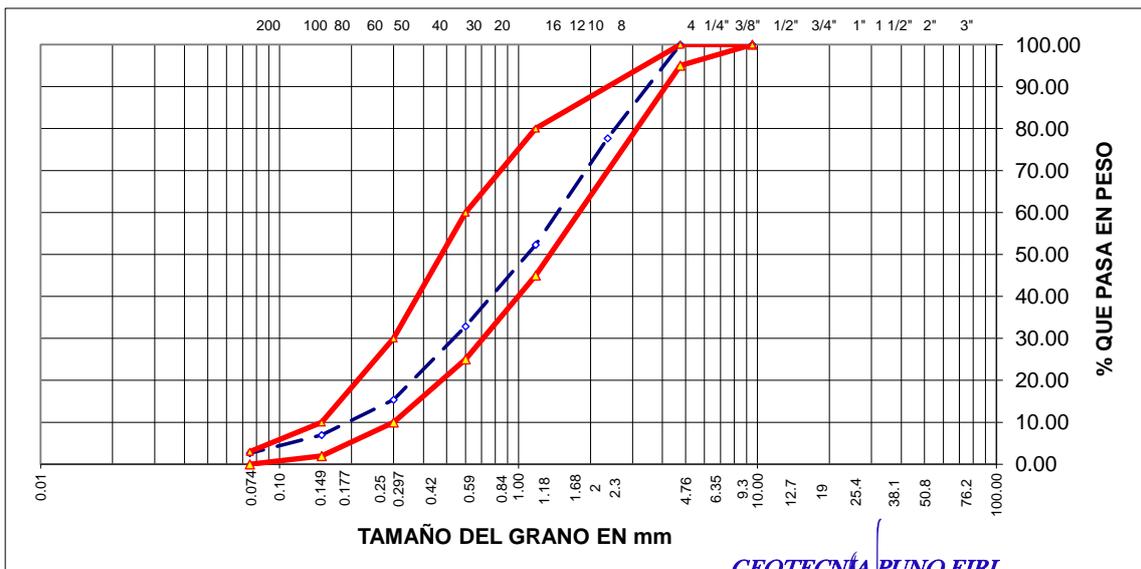
**CANTERA** : ISLA  
**MUESTRA** : AGREGADO FINO ZARANDEADO  
**UBICACIÓN** : JULIACA

**TESISTA** : BACH. YENY MARILUZ COPA MAMANI  
**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
**FECHA** : 30/06/2023

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - C136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 1873 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza : 3.148
1/2"	12.500						Peso específico : 2.568 g/cm3
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.896 tn/m3
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.988 tn/m3
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Humedad Natural : 7.820 %
No.08	2.360	418.00	22.32	22.32	77.68		Absorción : 2.420 %
No.16	1.180	476.00	25.41	47.73	52.27	45 - 80	
No.30	0.600	363.00	19.38	67.11	32.89	25 - 60	
No.50	0.300	328.00	17.51	84.62	15.38	10 - 30.	
No.100	0.150	157.00	8.38	93.00	7.00	2 - 10.	
No.200	0.075	82.00	4.38	97.38	2.62	0 - 3	
<No.200		49.00	2.62	100.00			
TOTAL		1,873.00	100.00	314.8			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg: CIP 81732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO :** EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CURADO EN ÉPOCAS DE HELADAS SOBRE LA  
RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup>, JULIACA, 2023

**CANTERA :** ISLA

**TESISTA**

BACH. YENY MARILUZ COPA MA

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO

**ING. RESPN.**

ALFREDO ALARCON ATAHUACH

**UBICACIÓN :** JULIACA

**FECHA**

30/06/2023

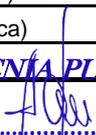
## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

(ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	3,133.0	1,156.0	1,179.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	1918.0	710	727
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	1215.0	446.0	452.0
D. Peso material seco	g	3,086.0	1,138.0	1,162.0
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	1,168.0	428.0	435.0
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.54	2.552	2.571
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.579	2.592	2.608
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.642	2.659	2.671
I. Absorción	%	1.52	1.58	1.46

AGREGADO FINO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	500.0	500.0	500.0
B. Peso frasco + H <sub>2</sub> O	g	1297.0	1298.0	1301.0
C. Peso frasco + H <sub>2</sub> O + (A)	g	1797.0	1798.0	1801.0
D. Peso material + H <sub>2</sub> O en el frasco	g	1602	1604	1606
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	195.0	194.0	195.0
F. Peso material seco	g	487.3	489.0	488.3
G. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	182.3	183.0	183.3
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.499	2.521	2.504
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.564	2.577	2.564
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.673	2.672	2.664
K. Absorción	%	2.61	2.25	2.40

Observación:

  
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO :** EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CURADO EN ÉPOCAS DE HELADAS SOBRE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, JULIACA, 2023

**CANTERA :** ISLA

**TESISTA:**

BACH. YENY MARILUZ COPA MAMANI

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO

**ING. RESP. :**

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

**UBICACIÓN :** JULIACA

**FECHA :**

30/06/2023

## **PESOS UNITARIOS**

(ASTM C-29)

<b>AGREGADO GRUESO</b>				
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,795.0	9,777.0	9,750.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3769.0	3751.0	3724.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.814	1.806	1.793
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.804		
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,968.0	10,004.0	9,980.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3942.0	3978.0	3954.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.898	1.915	1.903
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.905		

<b>AGREGADO FINO</b>				
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,956.0	9,960.0	9,980.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3930.0	3934.0	3954.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.892	1.894	1.903
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.896		
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	10,150.0	10,185.0	10,130.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	4124.0	4159.0	4104.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.985	2.002	1.976
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.988		

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CURADO EN ÉPOCAS DE HELADAS SOBRE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, JULIACA, 2023

**CANTERA** : ISLA **TESISTA** BACH. YENY MARILUZ COPA MAMANI

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : JULIACA **FECHA** : 30/06/2023

## **DESGASTE DE ABRASION** ASTM C131 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRAMOS)		
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,251.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,255.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,252.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,251.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,009.0	3,842.00	1,167.00	<b>23.30%</b>

OBSERVACIONES:

***GEOTECNIA PUNO EIRL***

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CURADO EN ÉPOCAS DE HELADAS SOBRE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, JULIACA, 2023

**CANTERA** : ISLA **TESISTA** : BACH. YENY MARILUZ COPA MAMANI

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : JULIACA **FECHA** : 30/06/2023

## **ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)**

Nº	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	30/06/23	01/07/23	18	8.00 am	10.00 am	0	1.29	29
2	2.00 pm	01/07/23	02/07/23	18	8.00 am	10.00 am	1	1.29	28
3	2.00 pm	02/07/23	03/07/23	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	29
4	2.00 pm	03/07/23	04/07/23	18	8.00 am	10.00 am	3	1.30	28
5	2.00 pm	04/07/23	05/07/23	18	8.00 am	10.00 am	4	1.30	28
6	2.00 pm	05/07/23	06/07/23	18	8.00 am	10.00 am	5	1.29	28

## **AGREGADO GRUESO**

<b>INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)</b>						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS	
1 1/2"	1"	37.20	1145.00	8.62	3.21	
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	40.20	965.00	9.84	3.96	
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº 4	22.60	971.00	10.25	2.32	
TOTALES:		100.00			<b>9.48</b>	

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



**2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:**

Cemento				=	350.9	kg/m3
Agregado Grueso	0.3996	x	2.593	=	1036.2	kg/m3
Agregado Fino	0.2664	x	2.57	=	684.2	kg/m3
Agua Diseño				=	193.0	Lts/m3
					<u>2264.3</u>	Kg/m3

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	1.83-3.14/100		x	1036.2	=	26.734	Lts.
Agregado Fino	4.82-4.41/100		x	684.2	=	36.947	Lts.
Agua Efectiva	193.0	+	36.95	26.73	=	129.32	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:**

Cemento				=	350.90	kg/m3
Agregado Grueso	1036.2	+	26.73	=	1062.93	kg/m3
Agregado Fino	684.2	+	36.95	=	721.15	kg/m3
Agua				=	<u>129.32</u>	Lts/m3
					2264.30	Kg/m3

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:**

Cemento	:	350.90	/	350.90	=	1
Agregado Grueso	:	1062.93	/	350.90	=	3.029
Agregado Fino	:	721.15	/	350.90	=	2.055
Agua	:	129.32	/	350.90	=	0.369

**6. PESO DE MATERIALES POR SACO:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	3.029	x	42.5	=	128.73	kg/saco
Agregado Fino	:	2.055	x	42.5	=	87.34	kg/saco
Agua	:	0.369	x	42.5	=	15.68	Lts/saco

**7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:**

Cemento	:	350.9	/	1.5000	=	0.2339
Agregado Grueso	:	1,062.9	/	1.8043	=	0.5891
Agregado Fino	:	721.1	/	1.8964	=	0.3803
Agua efectiva	:	129.3	/	1,000	=	0.1293

**8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:**

Cemento	:	0.2339	/	0.2339	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.5891	/	0.2339	=	2.52	pie3
Agregado Fino	:	0.3803	/	0.2339	=	1.63	pie3
Agua efectiva	:	129.32	/	8.2565	=	15.68	Lt

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporción	1.00	2.52	1.63	15.68



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura normal

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 28

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39284.4	222	105.9%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39568.3	224	106.6%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39426.3	223	106.3%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39497.3	224	106.4%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39426.3	223	106.3%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg! CIP|81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura normal

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 21

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37062.3	210	99.9%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37436.6	212	100.9%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37249.5	211	100.4%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37343.0	211	100.6%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37249.5	211	100.4%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura normal

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 7

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	37037.9	210	99.8%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	36952.4	209	99.6%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	36995.1	209	99.7%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	36973.7	209	99.6%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	36995.1	209	99.7%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

  
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# **GEOTECNIA PUNO EIRL**

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura normal

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 3

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	34359.2	194	92.6%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	35764.5	202	96.4%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	35061.8	198	94.5%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	35413.1	200	95.4%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	35061.8	198	94.5%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# **GEOTECNIA PUNO EIRL**

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura normal

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 0

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	31857.5	180	85.9%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	30815.3	174	83.0%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	31336.4	177	84.4%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	31075.9	176	83.7%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	31336.4	177	84.4%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 28

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	28	176.7	34837	197	<b>93.9%</b>
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	28	176.7	33813	191	<b>91.1%</b>
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	28	176.7	34325	194	<b>92.5%</b>
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	28	176.7	34581	196	<b>93.2%</b>
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	28	176.7	34709.5	196	<b>93.5%</b>

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 21

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	21	176.7	32141	182	86.6%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	21	176.7	32589	184	87.8%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	21	176.7	32365	183	87.2%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	21	176.7	32253	183	86.9%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	21	176.7	32197	182	86.8%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 7

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	7	176.7	30282	171	81.6%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	7	176.7	32666	185	88.0%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	7	176.7	31474	178	84.8%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	7	176.7	30878	175	83.2%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	7	176.7	30580	173	82.4%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 3

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	25408	144	68.5%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	20716	117	55.8%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	23062	131	62.1%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	24235	137	65.3%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	24822	140	66.9%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO EIRL

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 0

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	0	176.7	18672	106	50.3%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	0	176.7	21584	122	58.2%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	0	176.7	20128	114	54.2%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	0	176.7	20856	118	56.2%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	0	176.7	20128	114	54.2%

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

  
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg: CIP181732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



PROYECTO : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Juliaca, 2023

MUESTRA : Temperatura normal

TECNICO : PERSONAL LABORATORIO

DÍAS DE CURADO :

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	31857.5	180	85.9%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	30815.3	174	83.0%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	31336.4	177	84.4%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	31075.9	176	83.7%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	0	176.7	31336.4	177	84.4%
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	34359.2	194	92.6%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	35764.5	202	96.4%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	35061.8	198	94.5%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	35413.1	200	95.4%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	3	176.7	35061.8	198	94.5%
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	37037.9	210	99.8%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	36952.4	209	99.6%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	36995.1	209	99.7%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	36973.7	209	99.6%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	7	176.7	36995.1	209	99.7%
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37062.3	210	99.9%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37436.6	212	100.9%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37249.5	211	100.4%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37343.0	211	100.6%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	21	176.7	37249.5	211	100.4%
1	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39284.4	222	105.9%
2	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39568.3	224	106.6%
3	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39426.3	223	106.3%
4	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39497.3	224	106.4%
5	Briqueta temperatura normal	210	15/03/23	13/04/23	28	176.7	39426.3	223	106.3%

GEOTECNIA PUNO EIRL

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 0

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

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

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	0	176.7	18672	106	50.3%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	0	176.7	21584	122	58.2%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	4/07/23	0	176.7	20128	114	54.2%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	5/07/23	0	176.7	20856	118	56.2%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	6/07/23	0	176.7	20128	114	54.2%
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	25408	144	68.5%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	20716	117	55.8%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	23062	131	62.1%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	24235	137	65.3%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	3	176.7	24822	140	66.9%
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	7	176.7	30282	171	81.6%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	7	176.7	32666	185	88.0%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	4/07/23	7	176.7	31474	178	84.8%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	5/07/23	7	176.7	30878	175	83.2%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	6/07/23	7	176.7	30580	173	82.4%
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	21	176.7	32141	182	86.6%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	21	176.7	32589	184	87.8%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	4/07/23	21	176.7	32365	183	87.2%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	5/07/23	21	176.7	32253	183	86.9%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	6/07/23	21	176.7	32197	182	86.8%
1	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	28	176.7	34837	197	93.9%
2	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	3/07/23	28	176.7	33813	191	91.1%
3	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	4/07/23	28	176.7	34325	194	92.5%
4	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	5/07/23	28	176.7	34581	196	93.2%
5	Briqueta temperatura baja	210	2/06/23	6/07/23	28	176.7	34709.5	196	93.5%

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg<sup>l</sup> CIP|81732



# **GEOTECNIA PUNO EIRL**

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 28

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 13/04/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (dias)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1570	<b>70.65</b>
2	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1562	<b>70.29</b>
3	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1566	<b>70.47</b>
4	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1564	<b>70.38</b>
5	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1566	<b>70.47</b>

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg: CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 21

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 13/04/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1454	65.43
2	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1514	68.13
3	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1484	66.78
4	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1499	67.46
5	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1484	66.78

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg<sup>l</sup> CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 7

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 13/04/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (dias)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1246	56.07
2	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1221	54.95
3	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1234	55.51
4	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1227	55.23
5	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1234	55.51

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
  
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 3

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 13/04/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	921	41.45
2	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	939	42.26
3	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	930	41.85
4	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	935	42.05
5	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	930	41.85

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
  
-----  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 0

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

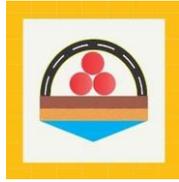
**FECHA:** 13/04/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	815	36.68
2	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	796	35.82
3	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	806	36.25
4	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	801	36.03
5	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	806	36.25

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
  
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la  
resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 28

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 13/04/23

## RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD (dias)	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	815	36.68
2	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	796	35.82
3	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	806	36.25
4	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	801	36.03
5	viga a temperatura normal	0	30.00	10.00	10.00	806	36.25
1	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	921	41.45
2	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	939	42.26
3	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	930	41.85
4	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	935	42.05
5	viga a temperatura normal	3	30.00	10.00	10.00	930	41.85
1	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1246	56.07
2	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1221	54.95
3	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1234	55.51
4	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1227	55.23
5	viga a temperatura normal	7	30.00	10.00	10.00	1234	55.51
1	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1454	65.43
2	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1514	68.13
3	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1484	66.78
4	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1499	67.46
5	viga a temperatura normal	21	30.00	10.00	10.00	1484	66.78
1	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1570	70.65
2	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1562	70.29
3	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1566	70.47
4	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1564	70.38
5	viga a temperatura normal	28	30.00	10.00	10.00	1566	70.47

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg: CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 28

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 3/07/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1440	<b>64.80</b>
2	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1403	<b>63.14</b>
3	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1422	<b>63.97</b>
4	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1412	<b>63.55</b>
5	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1422	<b>63.97</b>

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg: CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 21

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 3/07/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1316	59.22
2	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1301	58.55
3	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1309	58.88
4	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1305	58.71
5	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1309	58.88

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

.....  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la  
resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 7

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 3/07/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1140	<b>51.30</b>
2	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1249	<b>56.21</b>
3	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1195	<b>53.75</b>
4	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1222	<b>54.98</b>
5	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1195	<b>53.75</b>

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
  
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg: CIP 181732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**DÍAS DE CURADO** : 3

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

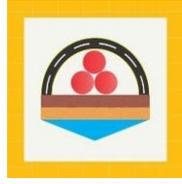
**FECHA:** 3/07/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	969	43.61
2	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	985	44.33
3	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	977	43.97
4	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	981	44.15
5	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	977	43.97

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
  
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**TESIS** : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la  
resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

**MUESTRA** : Temperatura en Helada

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 0

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

**FECHA:** 3/07/23

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>LONGITUD (cm)</b>	<b>ANCHO (cm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>CARGA (kg)</b>	<b>ROTURA (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	826	37.17
2	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	798	35.91
3	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	812	36.54
4	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	805	36.23
5	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	812	36.54

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**  
  
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 181732



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



TESIS : Efecto de la temperatura de curado en épocas de heladas sobre la  
resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca, 2023

MUESTRA : Temperatura en Helada

TECNICO : PERSONAL LABORATORIO

DÍAS DE CURADO : 28

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

SOLICITANTE : COPA MAMANI, YENY MARILUZ

FECHA: 3/07/23

## RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.018)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD (días)	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	826	37.17
2	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	798	35.91
3	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	812	36.54
4	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	805	36.23
5	viga a temperatura baja	0	30.00	10.00	10.00	812	36.54
1	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	969	43.61
2	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	985	44.33
3	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	977	43.97
4	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	981	44.15
5	viga a temperatura baja	3	30.00	10.00	10.00	977	43.97
1	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1140	51.30
2	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1249	56.21
3	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1195	53.75
4	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1222	54.98
5	viga a temperatura baja	7	30.00	10.00	10.00	1195	53.75
1	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1316	59.22
2	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1301	58.55
3	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1309	58.88
4	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1305	58.71
5	viga a temperatura baja	21	30.00	10.00	10.00	1309	58.88
1	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1440	64.80
2	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1403	63.14
3	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1422	63.97
4	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1412	63.55
5	viga a temperatura baja	28	30.00	10.00	10.00	1422	63.97

GEOTECNIA PUNO EIRL

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732