



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto
producto del curado artesanal y con aditivos en bajas
temperaturas”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Barrantes Calderon, Jose Luis (orcid.org/0000-0002-0582-0142)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada a los pobladores del distrito de Macusani que están en la etapa de construcción de sus viviendas y a su vez a los investigadores que pretendan prevenir catástrofes mediante la aplicación de conocimientos científicos para salvaguardar el desarrollo humano.

José Luis

Agradecimiento

A Dios por guiarme en el transcurso de mi vida.

A mi padre Vidal Barrantes Illanes y a mi madre Juana Carmen Calderón Huacasi por compartirme sus ganas de superación y por sus consejos.

A mi hermano Yordy, y mi hermana Anahí por apoyarme moralmente.

A la Universidad Cesar Vallejo.

A mi asesor de tesis M.Sc. Clemente Condori Luis Jimmy.

José Luis

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de la investigación	19
3.2 Variables y operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5 Análisis e interpretación de la información.....	24
3.6 Procedimientos	26
3.7 Método de análisis de datos	33
3.8 Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN	79
VI. CONCLUSIONES.....	81
VII. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Cantidad de briquetas para la investigación.....	23
Tabla 2. Grados de validez.....	24
Tabla 3. Grados de confiabilidad.....	25
Tabla 4. Cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach	26
Tabla 5. Características del agregado comercializado en Macusani.....	34
Tabla 6. Características del agregado grueso.....	34
Tabla 7. Características del agregado para el diseño de mezcla.....	39
Tabla 8. Resistencia con curado artesanal a los 7 días.	39
Tabla 9. Resistencia con curado artesanal a los 14 días.	40
Tabla 10. Resistencia con curado artesanal a los 28 días.	40
Tabla 11. Resumen de resistencia del curado artesanal.....	40
Tabla 12. Resistencias con aditivo sikacem una capa a los 7 días.....	41
Tabla 13. Resistencias con aditivo sikacem una capa a los 14 días.....	42
Tabla 14. Resistencias con aditivo sikacem una capa a los 28 días.....	42
Tabla 15. Resumen de resistencia con sikacem una capa.	42
Tabla 16. Resistencias con dos capas del aditivo sikacem a los 7 días.....	43
Tabla 17. Resistencias con dos capas del aditivo sikacem a los 14 días.....	43
Tabla 18. Resistencias con dos capas del aditivo sikacem a los 28 días.....	44
Tabla 19. Resumen de resistencia con dos capas de sikacem.....	44
Tabla 20. Resistencias con tres capas del aditivo sikacem a los 7 días.	45
Tabla 21. Resistencias con tres capas del aditivo sikacem a los 14 días.	45
Tabla 22. Resistencias con tres capas del aditivo sikacem a los 28 días.	45
Tabla 23. Resumen de resistencias con 3 capas de sikacem.....	46
Tabla 24. Resistencias con una capa del aditivo membrasil vista a los 7 días. ...	47
Tabla 25. Resistencias con una capa del aditivo membrasil vista a los 14 días. .	47

Tabla 26. Resistencias con una capa del aditivo membrasil vista a los 28 días. .	47
Tabla 27. Resumen de resistencia con una capa de membrasil vista.....	48
Tabla 28. Resistencias con dos capas del aditivo membrasil vista a los 7 días...	49
Tabla 29. Resistencias con dos capas del aditivo membrasil vista a los 14 días.	49
Tabla 30. Resistencias con dos capas del aditivo membrasil vista a los 28 días.	49
Tabla 31. Resumen de resistencias con dos capas de membrasil vista.	50
Tabla 32. Resistencias con tres capas del aditivo membrasil vista a los 7 días. .	50
Tabla 33. Resistencias con tres capas del aditivo membrasil vista a los 14 días.	51
Tabla 34. Resistencias con tres capas del aditivo membrasil vista a los 28 días.	51
Tabla 35. Resumen de resistencias con tres capas de membrasil vista.	51
Tabla 36. Costo de mano de obra según el método de curado.....	53
Tabla 37. Costo de curado con aditivo según la cantidad de capas.....	54
Tabla 38. Costos según el método de curado durante 28 días.	54
Tabla 39. Resistencias de una capa de sikacem y del grupo control.	57
Tabla 40. Resistencias de dos capas de sikacem y del grupo control.	60
Tabla 41. Resistencias de tres capas de sikacem y del grupo control.	63
Tabla 42. Comparación del “t” de student según la hipótesis específica 1.	66
Tabla 43. Nivel de significancia y el p-valor según la hipótesis específica 1.	66
Tabla 44. Resistencias de una capa de membrasil vista y del grupo control.	67
Tabla 45. Resistencias de dos capas de membrasil vista y del grupo control.	71
Tabla 46. Resistencias de tres capas de membrasil vista y del grupo control.	74
Tabla 47. Comparación del “t” de student según la hipótesis secundaria 2.	76
Tabla 48. Nivel de significancia y el p-valor según la hipótesis secundaria 2.	77
Tabla 49. Costos del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas.....	77

Índice de figuras

Figura 1: Bajas temperaturas en Macusani.....	1
Figura 2: Temperaturas en Macusani.....	2
Figura 3: Congelamiento del agua en Macusani.	3
Figura 4: Efecto del congelamiento en el concreto.....	10
Figura 5: Acción de la presión osmótica.....	11
Figura 6: Presión dentro del agregado.	11
Figura 7: composición del agua y el hielo.	12
Figura 8: Vista microscópica de la mezcla agua y cemento.....	12
Figura 9: Curado del concreto.	13
Figura 10: Aplicación del curado con aditivo.	14
Figura 11: Aditivo Sikacem curador.....	15
Figura 12: Aditivo curador membranil vista.	16
Figura 13: Congelamiento del agua en el concreto.	17
Figura 14: Equipo para ensayo de Briquetas.	18
Figura 15: Zona de elaboración de briquetas.	27
Figura 16: Zona de elaboración de briquetas.	27
Figura 17: Ensayo de consistencia.....	27
Figura 18: Colocación del concreto en los moldes	28
Figura 19: Prueba de congelamiento del agua.....	28
Figura 20: Briquetas para el curado artesanal.....	29
Figura 21: Briquetas para el curado con sikacem.	29
Figura 22: Briquetas para el curado con membranil vista.	29
Figura 23: Proceso del curado artesanal.....	30
Figura 24: Proceso del curado con sikacem.....	30
Figura 25: Proceso de curado con membranil vista.	30

Figura 26: Muestras ensayadas a los 7 días.....	31
Figura 27: Muestras para el ensayo a la edad de 14 días.....	31
Figura 28: Prueba de resistencia a los 28 días.	32
Figura 29: Esquema del proceso experimental.	32
Figura 30: Resistencias con curado artesanal.....	41
Figura 31: Resistencias con una capa de sikacem.	43
Figura 32: Resistencias con dos capas de sikacem.....	44
Figura 33: Resistencias con tres capas de sikacem.....	46
Figura 34: Resistencias con una capa de membrasil vista.	48
Figura 35: Resistencias con dos capas de membrasil vista.....	50
Figura 36: Resistencias con tres capas de membrasil vista.....	52
Figura 37: Variación de costos de cada curado.	54
Figura 38: Media y desviación estándar de sikacem 1 capa.	58
Figura 39: Datos del grupo control para sikacem 1 capa.	58
Figura 40: “t” calculado con sikacem 1 capa.	59
Figura 41: P-valor con sikacem 1 capa.	59
Figura 42: Media y desviación estándar de sikacem 2 capas.	61
Figura 43: Datos del grupo control para sikacem 2 capas.	61
Figura 44: “t” calculado con sikacem 2 capas.	62
Figura 45: P-valor con sikacem 2 capas.	62
Figura 46: Media y desviación estándar de sikacem 3 capas.	64
Figura 47: Datos del grupo control para sikacem 3 capas.	64
Figura 48: “t” calculado con sikacem 3 capas.	65
Figura 49: P-valor con sikacem 1 capa.	65
Figura 50: Media y desviación estándar de membrasil vista 1 capa.	68
Figura 51: Datos del grupo control para membrasil vista 1 capa.	68
Figura 52: “t” calculado con membrasil vista 1 capa.	69

Figura 53: P-valor con membranal vista 1 capa.	69
Figura 54: Media y desviación estándar de membranal vista 2 capas.	71
Figura 55: Datos del grupo control para membranal vista 2 capas.....	71
Figura 56: “t” calculado con membranal vista 2 capas.	72
Figura 57: P-valor con membranal vista 2 capas.....	73
Figura 58: Media y desviación estándar de membranal vista 3 capas.	74
Figura 59: Datos del grupo control para membranal vista 3 capas.....	74
Figura 60: “t” calculado con sikacem 3 capas.	75
Figura 61: P-valor con membranal vista 3 capas.....	76

Resumen

La presente tesis realizada en la ciudad de Macusani, provincia de Carabaya y departamento de Puno lugar que está expuesta a bajas temperaturas por consiguiente al congelamiento del agua del concreto, propone mejorar la resistencia de los esfuerzos axiales en la etapa de curado del concreto mediante aditivos que generan una membrana para proteger al concreto de la intemperie y de esta forma reemplazar el curado artesanal que se aplica en la zona de estudio.

El método con el cual se realizó la investigación es el de hipotético – deductivo, esto debido a que se identificó el problema y se generó una hipótesis de solución a la misma, mediante un diseño experimental y de nivel correlacional-explicativo, de esta manera generar una investigación de tipo aplicada, donde la población de estudio es de 42 testigos de concreto con una resistencia de 210kg/cm^2 , los cuales se elaboraron con agregados comercializados en el distrito de Macusani y se agrupo testigos para someterlos al curado artesanal, curado con sikacem y con membrasil vista.

Los resultados promedios luego de realizar el proceso experimental en bajas temperaturas son las siguiente: el curado artesanal alcanzo una resistencia a la compresión de 187.5kg/cm^2 y un costo de S/.420.00 a los 28 días, mientras que el curado con una capa de sikacem alcanzo una resistencia máxima de 201.5kg/cm^2 con un costo de S/.5.64, el mismo aditivo con 2 capas logro una resistencia máxima a la compresión de 213 kg/cm^2 con un costo de S/.11.29 y con 3 capas alcanzo una resistencia máxima de 212 con un costo de S/.16.93, por otro lado el curado con una capa de membrasil vista alcanzo una resistencia máxima de 196.5kg/cm^2 con un costo de S/.5.32, el mismo aditivo con 2 capas logro una resistencia máxima a la compresión de 208kg/cm^2 con un costo de S/.10.64 y con 3 capas alcanzo una resistencia máxima de 207kg/cm^2 con un costo de S/.15.96.

Palabras clave: curado del concreto, aditivos, bajas temperaturas, mejor resistencia.

Abstract

The present thesis carried out in the city of Macusani, province of Carabaya and department of Puno, a place that is exposed to low temperatures as a result of the freezing of the water in the concrete, proposes to improve the resistance of the axial stresses in the curing stage of the concrete by means of additives. that generate a membrane to protect the concrete from the weather and thus replace the artisanal curing that is applied in the study area.

The method with which the investigation was carried out is that of hypothetical - deductive, this is due to the fact that the problem was identified and a solution hypothesis was generated, through an experimental and explanatory level design, in this way generate an investigation of applied type, where the study population is 42 concrete witnesses with a resistance of 210kg/cm^2 , which were made with aggregates marketed in the district of Macusani and witnesses were grouped to subject them to artisanal curing, cured with sikacem and with membranous view.

The average results after carrying out the experimental process at low temperatures are the following: the artisan curing reached a compressive strength of 187.5kg/cm^2 and a cost of S/.420.00 at 28 days, while the curing with a layer of sikacem reached a maximum resistance of 201.5 kg/cm^2 with a cost of S/.5.64, the same additive with 2 layers achieved a maximum resistance to compression of 213 kg/cm^2 with a cost of S/.11.29 and with 3 layers reached a maximum resistance of 212 with a cost of S/.16.93, on the other hand, curing with a layer of visible membranil reached a maximum resistance of 196.5kg/cm^2 with a cost of S/.5.32, the same additive with 2 layers I achieve a maximum compressive strength of 208kg/cm^2 at a cost of S/.10.64 and with 3 layers I reach a maximum strength of 207kg/cm^2 at a cost of S/.15.96.

Keywords: concrete curing, additives, low temperatures, better resistance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En la región Puno la producción de concretos es una preocupación debido a las bajas temperaturas que presenta la zona, registrando temperaturas menores a -5°C , específicamente en el distrito de Macusani de la provincia de Carabaya que se encuentra a una altura de más de 4200 m.s.n.m. Por medio de la figura 1 se puede apreciar la realidad del distrito.



Figura 1: Bajas temperaturas en Macusani
Fuente: (Choquetocro, 2021)

El progreso de esa provincia debe de ser una realidad, por lo que las construcciones de concreto tanto en edificaciones como en pavimentos es una primera preocupación. En lo que respecta a pavimentos los que duran más son los de losas de concreto; respecto a las construcciones de edificaciones de concreto se tiene los componentes como cimentaciones, columnas, vigas, escaleras, losas entre otros; en todo esto la incidencia de las bajas temperaturas está en el congelamiento del agua que causa una reducción de la resistencia de diseño del concreto, preocupación que debe de ser controlada ya que las temperaturas promedio del distrito de Macusani son muy bajas como se muestra en la Figura 2.

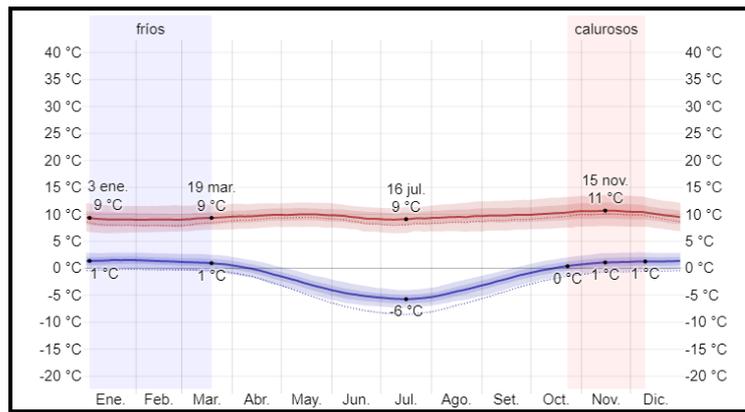


Figura 2: Temperaturas en Macusani.
Fuente: (Weather, 2022).

Ante esto se ha planteado como objetivo principal del presente proyecto establecer el curado adecuado del concreto en bajas temperaturas lo que se demostrara en las acciones siguientes; se preparara concretos y se realizará el curado artesanal, luego se preparara concretos con dos diferentes aditivos denominados “Curadores Químicos” para finalmente efectuar el análisis comparativo. Desarrollado el proyecto se debe lograr el conocimiento cuantificado de la diferencia de resistencias donde se aclare que el curado deficiente definitivamente disminuye la resistencia debido a que en el periodo de desarrollo de la resistencia al poner en riesgo el congelamiento del agua interrumpe el normal desarrollo de las complejas e innumerables reacciones químicas que se produce luego de la mezcla de agua y cemento.

De todo lo manifestado, puntualizo que la acción del curado es importante en el desarrollo de la resistencia de diseño del concreto, y para un control eficiente están los aditivos denominados “Curadores Químicos”; y estos al ser compuestos químicos puede permitir seleccionar el más eficiente para las bajas temperaturas del clima de la provincia de Carabaya específicamente en la ciudad de Macusani. La acción del congelamiento del agua en el distrito se muestra en la figura 3.



Figura 3: Congelamiento del agua en Macusani.
Fuente: (Radio altura, 2019)

1.2 Formulación del problema

Problema general

- ¿Como el curado con aditivos en bajas temperaturas mejoraría la resistencia a esfuerzos axiales del concreto en comparación del curado artesanal?

Problemas secundarios

- ¿Cuál es la cantidad de capas del aditivo sikacem curador en bajas temperaturas que maximizaría las resistencias axiales del concreto en comparación del curado artesanal?
- ¿Cuál es la cantidad de capas del aditivo curador membrasil vista en bajas temperaturas que incrementaría las resistencias axiales del concreto en comparación del curado artesanal?
- ¿Cómo el curado del concreto con aditivos en bajas temperaturas reduce los costos en comparación del curado artesanal?

1.3 Justificación

Justificación técnica.

Las construcciones de estructuras donde interviene el concreto tienen que garantizar la durabilidad y resistencia del mismo, para ello se tiene que cuidar en

muchas acciones la producción del concreto; una de ellas es el proceso de curado en el que se debe tomar marcadas precauciones como por ejemplo evitar el congelamiento del agua del concreto en horas de la noche, debido a que si se produjera el congelamiento de agua del concreto alteraría en sentido negativo el desarrollo de la resistencia del concreto; para ello en la zonas de bajas temperaturas se recomienda el uso de aditivos “curadores químicos” sustancias fabricadas que protegen el congelamiento del agua en el concreto e impiden la evaporación del mismo.

Justificación económica.

La acción de curado del concreto debe entenderse como el humedecimiento permanente durante los 28 días de edad del concreto por tanto, el curado artesanal y/o normal requiere tener tal preocupación todos los días lo que genera un costo inevitable en mano de obra, en el caso del empleo de un aditivo “curador químico” que tiene una sola aplicación en toda la etapa de desarrollo de la resistencia del concreto, por lo que la acción de curado del concreto con el empleo de aditivos es económica bajo todo punto de vista.

Justificación social

Esta investigación tiene una justificación social debido a que los beneficiados con los resultados son los ingenieros y las personas que construyen estructuras de concreto armado ya que tendrán mayor conocimiento sobre este nuevo método de curado en bajas temperaturas.

1.4 Objetivos

Objetivo general

- Mejorar la resistencia a esfuerzos axiales del concreto por medio del curado con aditivos en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal.

Objetivos secundarios

- Maximizar las resistencias axiales del concreto mediante una cantidad de capas del aditivo sikacem curador en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal.

- Incrementar las resistencias axiales del concreto a través de una cantidad de capas del aditivo curador membrasil vista en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal
- Reducir los costos por medio del curado del concreto con aditivos en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal.

1.5 Hipótesis

Hipótesis general

- El curado con aditivos en bajas temperaturas mejora la resistencia a esfuerzos axiales del concreto en comparación del curado artesanal.

Hipótesis secundarios

- El aditivo sikacem curador en bajas temperaturas maximiza las resistencias axiales del concreto mediante una cantidad de capas en comparación del curado artesanal.
- El aditivo curador membrasil vista en bajas temperaturas incrementa las resistencias axiales del concreto a través de una cantidad de capas en comparación del curado artesanal.
- El curado con aditivos en bajas temperaturas reduce los costos en comparación del curado artesanal.

1.6 Delimitaciones

Delimitación espacial

La presente investigación se realizó en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya de la región Puno.

Delimitación temporal

Esta investigación sobre el curado de concreto en bajas temperaturas se realizó en un intervalo de tiempo de 4 meses, los cuales está comprendido entre abril, mayo, junio y julio del año 2022. Todos los datos e información se desarrollaron durante el tiempo mencionado.

Delimitación económica

El financiamiento para realizar el estudio es de recursos propios, por ende, no se necesitó de algún financiamiento externo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Nacionales

Valenzuela (2018) en su trabajo de tesis titulado: “Estudio de la resistencia del concreto producido en obra por medio de diferentes métodos de curado” en la Universidad Cesar Vallejo está orientado al objetivo de evaluar la capacidad del concreto con respecto a la compresión mediante los siguientes métodos de curado: convencional, en obra, a la intemperie y con aditivo. Para la confección del estudio el método fue hipotético deductivo de tipo aplicada con un nivel de investigación explicativa donde se realizó un diseño cuasi experimental para luego elaborar 144 probetas de mediana resistencia ($f'c=210, 245$ y 280 kg/cm^2) los cuales fueron ensayados en diferentes tiempos (7, 21 y 28 días) y con distintos curados. Luego de realizar el estudio se concluyó que la eficiencia de los métodos de curado es en el siguiente orden: curado convencional ($f'c=250,329$ y 362 kg/cm^2), curado con aditivo ($f'c=206,283$ y 331 kg/cm^2), curado en obra ($f'c=204,277$ y 325 kg/cm^2), y curado a la intemperie ($f'c=192,262$ y 311 kg/cm^2).

Aguilar (2019) realizó su trabajo de tesis titulado “influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional, Trujillo 2019” en la Universidad Privada del Norte donde indica que el objetivo de su investigación es conocer la influencia de aditivos curadores de concreto de la marca Supercurador Chema, Sika Antisol y Per Kurevista en la resistencia axial y permeabilidad del concreto. Para el desarrollo del estudio el método que se realizó es de tipo experimental aplicada donde la muestra total fueron 76 probetas y ensayadas a diferentes edades (3, 7, 28 días) como también distintos métodos de curado. La conclusión del trabajo de investigación es que la resistencia del concreto mediante el curado por inmersión de agua es superior a la de los curadores químicos. En cuanto a los resultados se obtuvo los siguientes valores: Sika Antisol S $f'c=280\text{kg/cm}^2$, Super Curador Chema $f'c=270 \text{ kg/cm}^2$, Per Kurevista $f'c=266\text{kg/cm}^2$ y la Inmersión en agua $f'c=301\text{kg/cm}^2$.

Ortiz (2020) en su tesis titulado: "Comparación del curado del concreto con antisol y el convencional" en la Universidad Peruana Los Andes indica que el objetivo del estudio es determinar la influencia del curado convencional en la resistencia a la compresión del concreto con respecto al curado con el aditivo antisol. El método para realizar el estudio fue el de método científico, tipo aplicada y nivel descriptivo, comparativo y correlacional donde se realizó un diseño experimental en el que la población estuvo conformada por 80 probetas. El proyecto de investigación concluye en lo siguiente: el curado convencional en el cual el testigo es sumergido a una poza de agua logra una resistencia de 235.76kg/cm^2 el cual es superior al curado con el aditivo antisol que tiene una resistencia de 230.15kg/cm^2 .

Villafuerte (2019) en su trabajo de tesis titulado "Curado y protección del concreto en climas fríos para evaluar el desempeño mecánico del pavimento rígido en la Carretera Oyon-Ambo" en la Universidad César Vallejo indica que el objetivo de su investigación es determinar como la protección del concreto, mejora las características mecánicas del pavimento rígido en dicha carretera. Para el desarrollo del estudio se realizó el método científico, tipo aplicada, nivel explicativo y un diseño experimental donde la población es el tramo km 134+900 hasta el km 181+000 de la carretera Oyon-Ambo. La investigación dio una conclusión que las técnicas de curado en climas fríos son influyentes en la resistencia a fuerzas axiales del concreto en estudio.

Villegas y Corrales (2012) en su trabajo de tesis titulado: "Ventajas de curado del concreto con productos químicos y con agua en la ciudad de Huaraz-2012" en la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" está orientado al objetivo de lograr las resistencias a la compresión del concreto por medio del curado con agua y con productos químicos, así como los costos unitarios para realizarlos. Para la confección del estudio el método según su tipo de estudio es aplicada experimental y de acuerdo a la técnica de contrastación es cuantitativa, descriptiva y correlacional donde la población en estudio consta de 36 briquetas. La conclusión del trabajo de investigación es la siguiente: los concretos curados con agua alcanzan mayores resistencias a la compresión que los curados con antisol s, teniendo un margen de diferencia de 21% en las resistencias de 210 y 280 kg/cm^2 .

Internacionales

Nahata, Kholia y Tank (2014) en su artículo científico “Effect of Curing Methods on Efficiency of Curing of Cement Mortar” en el departamento de ingeniería civil de la Pandit Deendayal Petroleum University indica que el objetivo es comprender la eficiencia de los métodos de curado en la resistencia a esfuerzos axiales de compresión de cubos de mortero en comparación con el curado con agua convencional. La metodología del estudio es un diseño experimental. Del artículo de investigación se concluye que el curado de membranas puede lograr una eficiencia en la resistencia a esfuerzos axiales de compresión del concreto de 80 al 90% en comparación con el curado convencional.

Sup, Jin, Rae y Jin (2015) en su artículo científico titulado “Early-Age Strength of Ultra-High Performance Concrete in Various Curing Conditions” en el Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. La investigación está orientada a la resistencia a edad temprana mediante diversas formas de curado en el sitio con variables como la temperatura en el proceso de curado, tiempo de retraso del curado, duración del curado y la humedad del concreto. El artículo científico tiene una metodología de carácter experimental. La investigación científica concluye lo siguiente: a mayor temperatura del curado mayor es la resistencia alcanzada; el esfuerzo a la compresión que realiza el concreto es proporcional al periodo de curado, independientemente de la temperatura; el retardo de 12 a 48 horas del curado no tiene efecto en la resistencia.

Ye (2007) en su trabajo de tesis “Early-age concrete temperature and moisture relative to curing effectiveness and projected effects on selected aspects of slab behavior” en la Universidad de Texas A & M menciona que en su estudio se desarrollara una nueva forma de evaluar a la membrana de curado en laboratorio y que tenga la capacidad de guiar el curado en campo según las condiciones ambientales. El proyecto de tesis está orientado con una metodología de diseño experimental. La conclusión del proyecto de tesis son las siguientes: la uniformidad de la membrana de curado es muy importante para mejorar la resistencia del concreto; la segunda mano de colocación de la membrana mejora la calidad del curado.

Manobanda (2013) mediante su trabajo de tesis “Incidencia del curado en las propiedades mecánicas del concreto” en la Universidad Técnica de Ambato indica que el objetivo principal de su investigación es mejorar las propiedades mecánicas del concreto por medio de un estudio al curado. Para la confección del estudio el método según el enfoque es cuantitativo y tiene la modalidad experimental con un nivel exploratorio, descriptivo y explicativo donde tuvo una población de 38 viviendas en estudio. El trabajo de investigación concluye que solo el 2.86% realiza un curado de manera técnica y adecuada, por tanto, el resto desconoce la importancia del proceso de curado en la durabilidad del concreto.

Espinoza (2010) en su tesis titulado “Método del curado interno del concreto en obra para mejorar el curado tradicional” de la Pontificia Universidad Católica de Chile sostiene como objetivo mejorar las propiedades mecánicas del concreto y disminuir el agrietamiento a través del curado interno. La investigación se realizó con un diseño experimental. La conclusión de la tesis es que el curado interno aumenta un 15% del grado de hidratación al curado externo pobre.

2.2 Bases teóricas

- **Teoría de Presión Hidráulica**

Esta teoría considera que la saturación de los espacios vacíos al interior del concreto, el congelamiento del agua y la permeabilidad de la pasta ocasiona que aumente de volumen y ejerza presión sobre el agua en estado líquido para luego ocasionar presiones que superan la resistencia de la pasta y se genera lo que es el fisuramiento (Pasquel, 1998, p.275).

La teoría de la presión hidráulica menciona que al congelarse el agua genera presiones alrededor del hielo esto esta acción se visualiza en la figura 4.

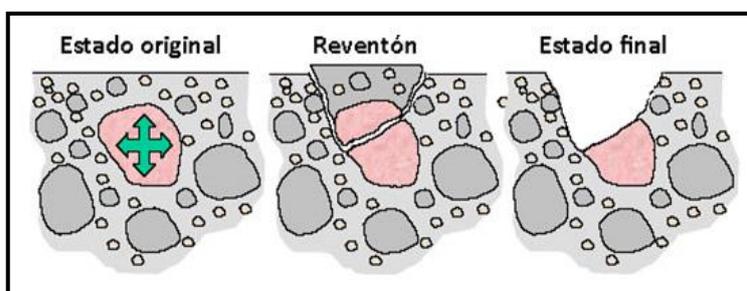


Figura 4: Efecto del congelamiento en el concreto.
Fuente: (Krystaline, 2019)

- **Teoría de Presión Osmótica**

Esta teoría indica que cuando se congela el agua la alcalinidad del mismo cambia y eso hace que el agua aún en estado líquido se traslade a hacia zonas donde el agua ya está en estado sólido y ese choque entre lo líquido y sólido produce esfuerzos a lo que conoce como presión osmótica y trae consecuencias de fisuras en el concreto (Pasquel, 1998, p.277).

La presión osmótica se genera en el encuentro de dos soluciones dado sea el caso del cambio de ancanilidad del agua como se muestra en la figura 5.

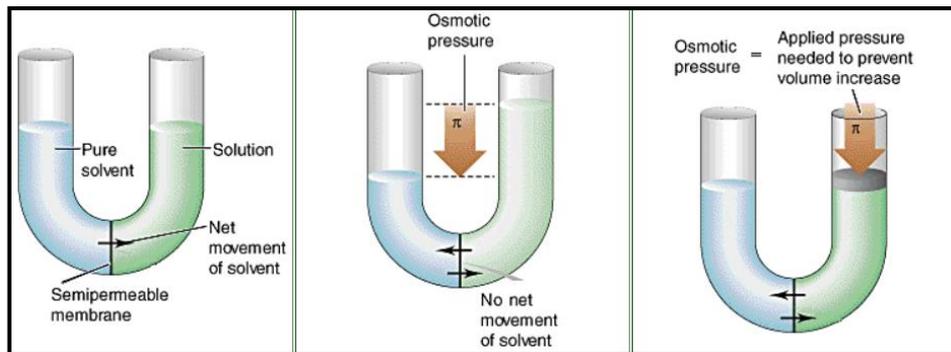


Figura 5: Acción de la presión osmótica.
Fuente: <https://bit.ly/39Nm1Qm>

- **Teoría de Presión Elástica**

La teoría elástica es un efecto de congelamiento del agua dentro del agregado, en el que se generan presiones al interior del agregado para luego reflejarlo o transmitirlo a la pasta y esto genera tensiones adicionales a las mencionadas anteriormente (Pasquel, 1998, p.277).

En la figura 6 se muestra el congelamiento del agua dentro del agregado y las presiones que se general al interior del mismo.



Figura 6: Presión dentro del agregado.
Fuente: <https://bit.ly/3wKXJy3>

- **Teoría de la formación del hielo.**

La teoría del congelamiento del agua parte de su composición química que es H₂O, entonces cuando la sustancia se encuentra en estado líquido los enlaces de hidrógenos tienen una unión floja y es por ello que el agua se mueve fácilmente. Pero cuando la temperatura está de 0°C o menos los enlaces entre los átomos de hidrógeno se hacen más sólidos y de esta manera se agrupan y se genera el congelamiento del agua, generando de esta manera un incremento de volumen de 9 a 10% (Guardiola, 2021, párr. 2).

A continuación, en la figura 7 se muestra los enlaces químicos del agua y el hielo.

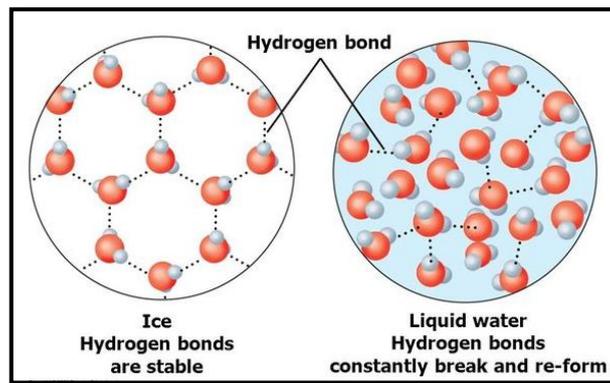


Figura 7: composición del agua y el hielo.
Fuente: <https://bit.ly/3wEuONc>

- **Teoría de la hidratación del cemento.**

Esta teoría menciona que al combinar agua con minerales del Clinker forman nuevos compuestos, silicatos, aluminatos y otros hidratos complejos, con liberación de calor y pasa de un estado líquido o plástico a un estado sólido el cual se da en dos fases: fraguado (etapa inicial de rigidez) y endurecimiento (proceso para llegar a la rigidez máxima) como se muestra en la figura 8. (ANCAP, 2007, p. 56).

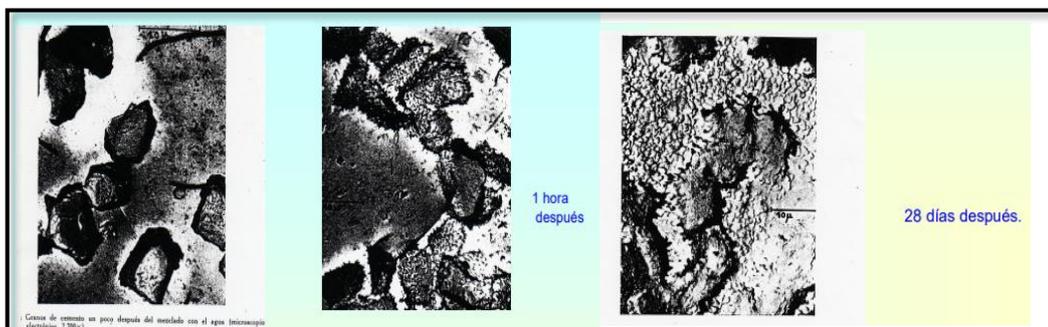


Figura 8: Vista microscópica de la mezcla agua y cemento.
Fuente: (ANCAP, 2007)

2.3 Marco conceptual

Curado del concreto

Para NRMCA (2018, párr. 1) el curado del concreto es el de mantener la humedad en el concreto para que éste logre desarrollar las propiedades mecánicas para las que fue diseñada, como se enseña en la figura 9.



Figura 9: Curado del concreto.
Fuente: (Ingeniería y construcción, 2019)

Importancia del curado

Aragón (2006, p.18) menciona que la importancia del curado radica en tres aspectos importantes en la producción de concreto los cuales son los siguientes:

- Permite lograr las características con el que se diseñó el concreto.
- Un buen curado reduce el agrietamiento, pandeo y fisuras.
- Permite extender la vida útil del concreto.

Duración del curado

El tiempo de curado del concreto es una interrogante donde hay varias respuestas. En la actualidad los concretos producidos en obra tienen fisuras y debido a ello es que se ve mucho el incremento de cemento en la mezcla, pero eso hace que se modifique el diseño y para evitar ello se evalúa la duración del curado del concreto (Sika, 2012, p.9).

Desde ya varios años atrás se aconseja que para concretos de resistencia a esfuerzos axiales normales (21 a 35 Mpa a 28 días) se cure el concreto durante 7 días como mínimo, mientras que para concretos de alta resistencia el curado sea de 3 días como mínimo (Sika, 2012, p.9).

Curado en clima frio

Hidratar el concreto en un clima frio es realizar un proceso donde no se logrará la resistencia de diseño y esto es debido al congelamiento del agua el cual retarda el fraguado y el desarrollo de las características de diseño. Para considerar un clima frio la temperatura ambiental promedio debería estar por debajo de 5°C durante tres días a más. Si la temperatura promedio es mayor a 10°C se considera un clima apropiado para el curado del concreto (ACI 306R, 2016, p.14).

Consecuencias de no curar el concreto

La consecuencia de no hidratar correctamente al concreto, es que se prolonga el tiempo de fraguado del mismo, como se sabe en la región quechua el intervalo de temperaturas es de -5°C a 20°C durante las 24 horas, y en las obras donde se emplea el concreto trae contracciones y extensiones generando fisuras, y si a eso le sumamos que el diseño del concreto sea para una resistencia a la compresión de $f'c=175\text{kgcm}^2$ se obtienen concretos no durables (Damiani, 2011, párr. 3).

Curado con aditivos.

Para Pasquel (1998, p.124) los aditivos son productos que se adicionan en la capa externa del concreto vaciado para prevenir la pérdida de agua y de esa manera mantener hidratado al concreto. Este tipo de curado básicamente consiste en generar una membrana impermeable en la superficie como se visualiza en la figura 10.



Figura 10: Aplicación del curado con aditivo.
Fuente: (Sika, 2012, p.7)

Aditivo SikaCem curador

Este es un aditivo que ayuda a mantener hidratado al concreto que al ser pulverizado en la superficie se adhiere de éste, de esta manera se genera una membrana que hace impermeable a la superficie del concreto del agua y al aire (Sika, 2021, p. 1).

Dentro de las ventajas de este aditivo se encuentran las siguientes:

- Reducir el riesgo de agrietamiento del concreto.
- Fácil aplicación en obra.
- Reduce la mano de obra y el tiempo para curar el concreto.

El sikacem curador que se utilizó para realizar la presente tesis vino en un envase que se aprecia en la figura 11.



Figura 11: Aditivo Sikacem curador
Fuente: Propio.

Aditivo curador membrasil vista

El aditivo curador membrasil vista de la marca chema es un líquido transparente que genera una membrana para proteger de la intemperie y está fabricado para retener hasta un 95% de agua del concreto, esto con el propósito de mantener hidratado la mezcla (Chema, 2017, p. 1).

Dentro de las ventajas de este aditivo se encuentran las siguientes:

- Retener un 95% del agua del concreto.
- Permite desarrollar las resistencias de diseño.

- Prolonga la hidratación del concreto y evita el fisuramiento.
- No produce decoloración ni manchas.
- Luego de varias semanas desaparece para poder realizar los acabados.

El aditivo curador membranil vista utilizado en la presente investigación vino en un envase representada en la figura 12.



Figura 12: Aditivo curador membranil vista.
Fuente: <https://bit.ly/3IC1lx9>

Concreto en climas fríos

Hablar de un estudio de concreto en climas fríos es de exponerlo al congelamiento y deshielo, por tal motivo es necesario saber de lo que estamos hablando.

Al retirar el encofrado se puede confundir entre un concreto fraguado y uno congelado de ser este último puede ocurrir consecuencias serias en la estructura. Si el concreto se congela luego de endurecer lo más seguro es que no sufra daños permanentes (Amacifuen, 2002, p. 15).

El congelamiento del agua en el concreto genera esfuerzos, como se observa en la figura 13 donde la presión que se genera al congelarse el agua en la mezcla de concreto está dada por las flechas.

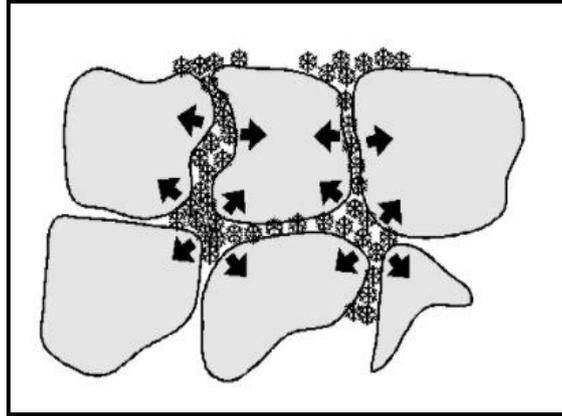


Figura 13: Congelamiento del agua en el concreto.
Fuente: (Fernández, 2015)

Durabilidad del concreto en climas fríos.

Según Amacifuen (2002, p.22) para realizar estructuras de concreto en bajas temperaturas donde se expone a una combinación de congelamiento del agua y esfuerzos internos se debe tener las siguientes consideraciones:

- Un buen diseño de concreto.
- Baja relación agua/cemento.
- Aire incorporado.
- Materiales adecuados.
- Un curado apropiado antes que se congele el agua del concreto.
- Buen procedimiento constructivo.

Resistencia a fuerzas axiales del concreto.

Según NRMCA (2008, párr. 1) el esfuerzo que realiza el concreto para soportar cargas axiales de compresión es la medida que se usa para cuantificar la resistencia final del concreto, para construir diferentes estructuras. Esta resistencia se mide sometiendo a fuerzas axiales de compresión en el concreto hasta el punto de fracturarse. El cálculo se realiza mediante la adición de una masa sobre una superficie y se expresa en unidades de (kg/cm²).

El equipo para realizar los ensayos de resistencia a la compresión del concreto se muestra en la figura 14.



Figura 14: Equipo para ensayo de Briquetas.
Fuente: (Geocons, 2019)

Para NRMCA (2008, párr. 2) la resistencia a esfuerzos axiales es indispensable para lo siguiente:

- El esfuerzo máximo que soporta el concreto es importante para determinar si la mezcla cumple con la resistencia especificada o requería en obra.
- Los resultados se pueden utilizar para el control de la capacidad a la que fue diseñada el concreto en obra.
- Un resultado de prueba es el promedio de 2 pruebas de resistencia como mínimo.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Método de la investigación

La metodología de una investigación es un procedimiento que conlleva a contestar las preguntas que surgen por diversos fenómenos y por los problemas que aqueja la sociedad (Borja, 2012, p.8)

Un método de investigación es un recurso para tratar distintos problemas donde cada problema requiere un conjunto de métodos o técnicas especiales (Bunge, 2008, p. 24)

Teniendo en cuenta estas consideraciones el método de esta investigación es el Hipotético Deductivo y esto debido a que se plantea un problema para luego generar una hipótesis y evaluarlo.

Tipo de la investigación

El tipo de investigación consiste en el intercambio entre el investigador y la sociedad donde se desarrolla el estudio. El investigador realiza un plan y elabora un conjunto de actividades para dar a conocer las conclusiones a los futuros investigadores y a la sociedad de la zona en estudio (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p.381).

Esta investigación es de tipo aplicada debido a que en el proceso de endurecimiento del concreto el curado artesanal y curado con aditivos en bajas temperaturas se representan mediante conocimientos de la física, estática, resistencia de materiales y otros, por ende, los resultados son aplicables en la realidad.

Nivel de la investigación

La investigación comienza con el descubrimiento de un problema y la busca de la solución a ella, esto se realiza a través de un nivel de investigación.

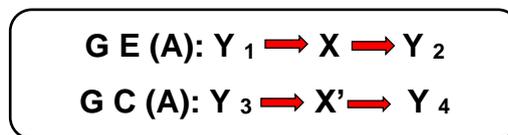
Los estudios de nivel explicativo demuestran relaciones de causa y efecto donde la estadística no es suficiente para solucionar el problema y se requieren cumplir otros criterios de causalidad (Supo, 2014, p. 2).

De acuerdo a lo mencionado líneas arriba esta investigación es de nivel explicativo ya que se quiere conocer cómo afectan los curadores químicos en la capacidad del concreto al soportar esfuerzos axiales de compresión.

Diseño de la investigación

Un diseño de investigación es una estrategia para alcanzar el objetivo específico, por tanto, el diseño experimental es originado en el campo y sus condiciones básicas son la intervención deliberada y el control. (Supo, 2014, p. 3).

Por lo citado líneas arriba se entiende que el diseño para la elaboración de la investigación es experimental ya que se busca mejorar las resistencias del concreto a esfuerzos axiales por medio de aditivos curadores el cual se aplicó en un clima de bajas temperaturas, por tanto, la estructura de la investigación es la siguiente:



Cada símbolo significa lo siguiente:

- G E : Grupo para realizar el experimento.
- G C : Grupo de control para realizar las comparaciones.
- X : Variable independiente.
- X' : Tratamiento convencional.
- Y₁, Y₃ : Pre-test.
- Y₂, Y₄ : Pos-test.

3.2 Variables y operacionalización.

Variables

Para Cortés e Iglesias (2004, p. 29) se define de las siguientes maneras:

- Todo lo que se pueda medir, observar y manipular durante el estudio.
- Cualquier característica que varía de un miembro a otro en una población.
- Cualquier cualidad de una persona o cosa que está sujeta a un cambio.

Según Cortés e Iglesias (2004, p. 29) existen 4 tipos de variables.

- Por su naturaleza.
- Por su forma de medir.
- Por su escala para ser medida.
- Por su relación con otras variables.

La característica de la presente investigación es un diseño experimental por lo que existe una relación entre variables, en tal sentido existe una variable independiente (V.I.) y una variable dependiente (V.D.) al que se le influye mediante la V.I.

- La variable independiente de esta investigación es: Curado con aditivo en bajas temperaturas.
- La variable dependiente de esta investigación es: Resistencia a esfuerzos axiales del concreto.

3.3 Población, muestra y muestreo.

Población.

Para realizar el estudio, la población está conformada por 42 briquetas de concreto de un diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los cuales se le realizó el curado artesanal, curado con el aditivo sikacem curador y el aditivo curador membranal vista.

Muestra.

- 06 briquetas curadas artesanalmente en bajas temperaturas.
- 06 briquetas curadas con una capa del aditivo sikacem curador en bajas temperaturas.
- 06 briquetas curadas con dos capas del aditivo sikacem curador en bajas temperaturas.
- 06 briquetas curadas con tres capas del aditivo sikacem curador en bajas temperaturas.
- 06 briquetas curadas con una capa del aditivo curador membranil vista en bajas temperaturas.
- 06 briquetas curadas con dos capas del aditivo curador membranil vista en bajas temperaturas.
- 06 briquetas curadas con tres capas del aditivo curador membranil vista en bajas temperaturas.

Muestreo.

Según la norma ASTM C39, (2001), los especímenes para el ensayo de resistencia axial del concreto deben tener una relación longitud/diámetro es por ello que las probetas estándares son las de 15 por 30cm y la mencionada norma indica que la cantidad mínima de probetas para el ensayo es de 2 probetas, siempre y cuando cumpla la relación longitud/diámetro.

Por las especificaciones mencionadas, la técnica de muestreo es no probabilística y por conveniencia ya que la norma ASTM C39 indica la cantidad mínima de muestras cilíndricas, por ende, se realizó 2 probetas en diferentes edades, tipos de curado y número de capas de los aditivos curadores.

A continuación, se muestra en la tabla 1 la cantidad de briquetas a realizar en la investigación.

Tabla 1. Cantidad de briquetas para la investigación.

CANTIDAD DE BRIQUETAS A REALIZAR				
TIPO DE CURADO	N° DE CAPAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
Curado artesanal	-	2	2	2
Curado con Sikacem curador	1	2	2	2
Curado con Sikacem curador	2	2	2	2
Curado con Sikacem curador	3	2	2	2
Curado con Curador membrasil vista	1	2	2	2
Curado con Curador membrasil vista	2	2	2	2
Curado con Curador membrasil vista	3	2	2	2
SUB TOTAL		14	14	14
TOTAL		42		

Fuente: Propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas.

La técnica de investigación que se realizó es la OBSERVACIÓN, ya que con el estudio se busca ver, ensayar, y analizar los resultados según lo siguiente:

- Curar las briquetas con el método artesanal y con aditivos en bajas temperaturas.
- Ensayar las muestras según la norma (NTP 339.034, 2015).

Instrumentos.

Los principales instrumentos para la ejecución de la investigación son los que se menciona y detalla a continuación:

- **Experimentación en campo.**
 - ✓ Moldes de PVC de la marca Forney no absorbente y no reacciona con el cemento.
 - ✓ Varilla de fierro liso diámetro 5/8", de 60 cm de largo y con uno de sus extremos boleados.
 - ✓ Mazo de goma que pese entre 0.60 y 0.80 Kg.
 - ✓ Badilejo, plancha de metal y mezcladora.

- **Ensayos de laboratorio.**

Prensa de concreto con el cual se obtuvo la información de cada probeta ensayada según al tipo de curado, y de esta manera se realizó las comparaciones, conclusiones y recomendaciones del estudio.

- **Cuaderno de anotaciones.**

Este instrumento es indispensable ya que en él se anotó los resultados según se ensayaron las muestras.

3.5 Análisis e interpretación de la información.

Validez.

Es la veracidad, exactitud, autenticidad o solidez de una prueba. Las pruebas deben medir las características de una variable para las que fueron diseñadas de lo contrario las pruebas no tienen ninguna utilidad (Mejía, 2005, p. 23).

Según a la definición de validez el estudio del presente se realizó en laboratorios con equipos que estén calibrados y normados de tal manera que el estudio muestre resultados que garanticen su aplicación. En tal sentido la validez fue avalada mediante el juicio de 3 expertos en la materia y la calificación que se dio a la investigación es de 0.91 por ende según la tabla 2, la validez es de “excelente validez”.

Tabla 2. Grados de validez.

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.6 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente Validez
1	Validez perfecta

Fuente: (Marroquín, 2013)

Confiabilidad.

La confiabilidad en términos de investigación es un instrumento de acumulación de datos el cual al ser aplicado en repetidas situaciones mantenga los mismos resultados en tal sentido uno puede dar fe o confianza a la investigación (Mejía, 2005, p. 27).

Por lo definido en el presente trabajo de investigación se realizó un cuidado especial de las muestras para tener datos reales, los cuales estén a disponibilidad de la sociedad e investigadores. Para tener datos confiables la tabla 3 muestra los grados de confiabilidad donde los expertos en la materia lo evaluaron.

Tabla 3. Grados de confiabilidad.

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.6 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Fuente: (Marroquín, 2013)

Teniendo en cuenta la tabla 2 donde indica los grados de confiabilidad, el cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach se da mediante la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

Dónde:

α = Coeficiente de alfa de Cronbach

k = Número de ítems

$\sum s_i^2$ = Sumatoria de las varianzas individuales.

s_t^2 = Varianza total

A continuación, la tabla 4 muestra los datos para el cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach.

Tabla 4. Cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach

ENCUESTADOS	ÍTEMS										SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	4	5	5	5	4	5	3	4	5	5	45
2	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	44
3	4	4	5	3	4	3	4	3	4	4	38
Varianza	0.222	0.222	0.222	0.889	0.222	0.667	0.222	0.222	0.222	0.222	
$\sum s_i^2$	2.888888889										
S_t^2	9.555555556										

Fuente: Propia

Datos:

$$K = 10$$

$$\sum S_i^2 = 2.888888889$$

$$S_T^2 = 9.555555556$$

$$\alpha = 0.775193798$$

Esta investigación realizó la evaluación de los instrumentos de investigación mediante cuestionarios, el cual fue revisado por los expertos. Con los datos obtenidos se procedió a realizar el cálculo de la confiabilidad cuyo valor es de 77.52% entonces según la tabla 3 se tiene una “excelente confiabilidad”.

3.6 Procedimientos

Los procedimientos para realizar la investigación son las siguientes:

- **Etapa 1:** se realizó el diseño de mezcla de concreto para una capacidad de soporte de 210kg/cm² con agregados comercializados en la zona provenientes del río Macusani, la figura 15 muestra la granulometría del agregado.



Figura 15: Zona de elaboración de briquetas.
Fuente: (Propia)

- **Etapa 2:** se seleccionó un lugar apropiado para producir las muestras de concreto y realizar la experimentación de la investigación, la figura 16 muestra el lugar expuesto a la intemperie donde se realizó el proceso experimental para representar la máxima realidad.



Figura 16: Zona de elaboración de briquetas.
Fuente: (Propia)

- **Etapa 3:** se realizó la mezcla de concreto según las especificaciones o diseño obtenido en la etapa 1, la figura 17 muestra el ensayo de asentamiento con el cono de Abrams.



Figura 17: Ensayo de consistencia.
Fuente: (Propia)

- **Etapa 4:** se realizó los 42 testigos cilíndricos de concreto como se muestra en la figura 18.



Figura 18: Colocación del concreto en los moldes
Fuente: (Propia)

- **Etapa 5:** después de 24 horas se procede a desmoldar las briquetas y también se realizó la prueba del congelamiento del agua como se muestra en la figura 19.



Figura 19: Prueba de congelamiento del agua.
Fuente: (Propia)

- **Etapa 6:** se distribuyó los testigos de concreto, la figura 20 muestra el curado artesanal, la figura 21 muestra el curado con aditivo sikacem curador y en la figura 22 se observa el curado con el aditivo membrasil vista.



Figura 20: Briquetas para el curado artesanal.
Fuente: (Propia)



Figura 21: Briquetas para el curado con sikacem.
Fuente: (Propia)



Figura 22: Briquetas para el curado con membrasil vista.
Fuente: (Propia)

- **Eta**pa 7: se realizó el curado artesanal a las briquetas seleccionadas (este procedimiento se realizó simulando el curado que normalmente realiza la

población en general) a continuación, la figura 23 muestra su proceso en el estudio.



Figura 23: Proceso del curado artesanal
Fuente: (Propia)

- **Etapa 8:** en el caso de curado con los aditivos se realizó cada capa en un intervalo de 2 horas y el proceso de curado con sikacem se muestra en la figura 24 y con el aditivo membranil vista en la figura 25.



Figura 24: Proceso del curado con sikacem.
Fuente: (Propia)



Figura 25: Proceso de curado con membranil vista.
Fuente: (Propia)

- **Etapa 9:** se esperó al día 07 para proceder a ensayar los testigos de concreto y registrar los datos en el cuaderno de anotaciones. La figura 26 muestra las briquetas ensayadas.



Figura 26: Muestras ensayadas a los 7 días.
Fuente: (Propia)

- **Etapa 10:** se esperó al día 14 para proceder a ensayar los testigos de concreto y registrar los datos en el cuaderno de anotaciones como se muestran en la figura 27.



Figura 27: Muestras para el ensayo a la edad de 14 días.
Fuente: (Propia)

- **Etapa 11:** se esperó al día 28 para proceder a ensayar los testigos de concreto y registrar los datos en el cuaderno de anotaciones como se muestra en la figura 28.



Figura 28: Prueba de resistencia a los 28 días.
Fuente: (Propia)

- **Etapa 12:** se realizó un análisis comparativo de los resultados mediante gráficos.

A continuación, en la figura 29 se muestra el esquema del proceso de experimentación de la presente investigación.

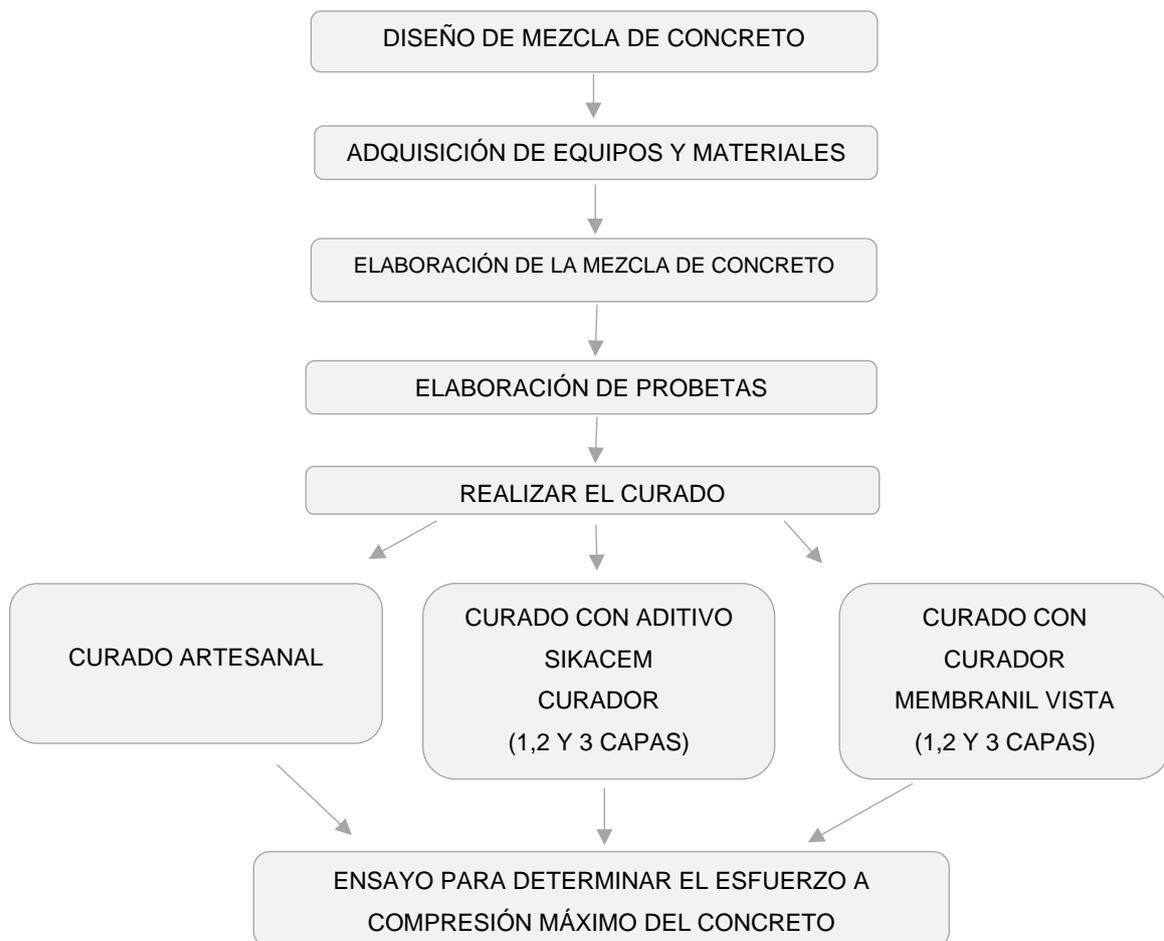


Figura 29: Esquema del proceso experimental.
Fuente: (Propia)

3.7 Método de análisis de datos

La evaluación, comparación e interpretación de resultados del estudio fueron contempladas bajo reglamentos y normas, además se utilizó herramientas estadísticas, software de cálculo y también el apoyo de un ingeniero asesor para la validación de los resultados en base al ensayo realizado.

3.8 Aspectos éticos

Considerando el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo es preciso resaltar el capítulo II, artículo 7° del rigor científico donde indica que las investigaciones deben tener una metodología para lograr resultados con características científicas, por otro lado en el artículo 9° del mismo capítulo menciona que el investigador asegure respetar otros trabajos de investigación por ende, el autor afirma la autenticidad de su investigación y para el cumplimiento de la investigación se utilizó referencias serias por tanto, los resultados no fueron objeto de manipulación.

IV.RESULTADOS

4.1 Caracterización de materiales del estudio.

➤ Agregados comercializados en Macusani.

Los agregados comercializados son provenientes del río y sus características son las siguientes:

- a) Características físicas: Los resultados de los ensayos correspondientes se muestran a continuación en la tabla 5.

Tabla 5. Características del agregado comercializado en Macusani.

Características Físicas	Unidad de medida	Agregado Fino	Agregado Grueso
Módulo de fineza		7.861	2.992
Peso específico	g/cm ³	2.585	2.595
Peso Unit. Suelto	tn/m ³	1.598	1.677
Peso Unit. Varillado	tn/m ³	1.669	1.708
Humedad Natural	%	3.520	3.920
Absorción	%	1.853	2.320

Fuente: Propia

- b) Características resistentes: Los resultados de los ensayos correspondientes se muestran a continuación en la tabla 6.

Tabla 6. Características del agregado grueso.

Características	Agregado grueso
Perfil	Redondeado
Tipo de agregado	Natural
Resistencia al descaste	27.57%

Fuente: Propia

➤ Aditivo curador sikacem

- a) Descripción:

es un curador químico para concreto y mortero ya que es un compuesto que

al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento.

b) Usos:

- Techos
- Losas o pisos
- Vigas y/o columnas
- Veredas
- Rampas de acceso
- Canales de riego
- Carreteras
- Puentes
- Construcciones en generales de concreto

c) Características / Ventajas

- Reducir el riesgo de fisuración por secado prematuro del agua.
- Rapidez y facilidad de aplicación, ya que se pulveriza sobre la superficie de un concreto.
- Reduce los tiempos de curado con agua y la mano de obra.

d) Datos técnicos:

- Apariencia / Color : Incoloro
- Vida útil : 2 años
- Densidad : 1.11 +/- 0.01 Kg/L

e) Presentación:

- Empaque : Balde x 4 L
- Empaque : Balde x 18 L

f) Consumo:

Dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente de la velocidad del viento, el rendimiento es 19m² por cada galón del aditivo.

g) Instrucciones de Aplicación:

- Sikacem curador de concreto se aplica sobre la superficie de un concreto fresco, una vez que este haya adquirido una tonalidad opaca superficialmente, es decir, en cuanto haya evaporado el exceso de agua de mezcla, tiempo que puede estar entre media hora y tres horas después de finalizada su colocación, dependiendo del viento y la temperatura ambiente.
- Se debe agitar el contenido de los envases antes de su aplicación.
- Es recomendable el uso de pulverizadores (fumigadores) para su uso y rendimiento más óptimo. Sikacem curador de concreto puede ser aplicado con brocha o rodillo.

➤ **Aditivo curador membranil vista**

a) Descripción:

el curador membranil vista es un compuesto de curado acrílico líquido tipo membrana para concreto fresco. Forma una película plástica impermeable, flexible y resistente que evita que el agua de mezcla se evapore proporcionando una hidratación adecuada del concreto. Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-309, Tipo I, Clase A (Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete)

b) Usos:

- Calzadas
- Veredas
- Techos
- Carreteras
- Diques
- Revestimiento de canales
- Losas

- Vigas y/o columnas
- Placas
- Cubiertas de puentes
- Estacionamientos
- Vías peatonales

c) Características / Ventajas

- La película que forma retiene el agua de la mezcla.
- Con una sola aplicación reemplaza al curado tradicional.
- Prolonga la hidratación del concreto evitando la formación de fisuras por un secado prematuro.
- Adecuado para todo tipo de clima.
- No se necesita de mano de obra especializada, se aplica fácilmente con mochila aspersora.
- Permite desarrollar las resistencias a la flexión y compresión deseadas.
- No produce decoloración ni manchas en la superficie tratada.

d) Datos técnicos:

- Apariencia / Color : Líquido / Blanco lechoso
- Densidad : 1.10 – 1.03 Kg/L
- PH : 7.0 - 9.0

e) Presentación:

- Envase de 1 gal.
- Envase de 5 gal.
- Envase de 55 gal.

f) Preparación y Aplicación del Producto:

- Agitar el envase antes de usar.
- El momento ideal para aplicar es inmediatamente después que haya desaparecido la exudación de la superficie o después de haber desencofrado.

- Aplicar con mochila aspersora dejando una capa uniforme sobre toda la superficie.
- g) Rendimiento:
Es recomendable aplicar 14m²/gal. como máximo para garantizar un espesor de película adecuado.
- h) Tiempo de Almacenamiento:
1 año en su envase original, cerrado, almacenado bajo techo en ambiente fresco y ventilado.
- i) Precauciones y Recomendaciones:
No usar cuando la temperatura de ambiente y de la superficie del concreto estén por debajo de 4°C (40°F), o si se pronostica lluvia durante las 12 horas posteriores a la aplicación. Producto tóxico, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

4.2 Diseño de mezcla de concreto.

Para el diseño correspondiente se consideró tres etapas:

- a) Especificaciones de diseño:
Determinar la proporción de materiales, componentes de un concreto de 210 kg/cm², con hormigón comercializado en la zona para poder representar con más exactitud el objetivo del estudio.
- b) Características de los materiales:
En la tabla 7 se muestra las características necesarias de los agregados para el diseño de mezclas.

Tabla 7. Características del agregado para el diseño de mezcla.

DESCRIPCIÓN	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m ³	1.708	1.669
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m ³	1.677	1.598
Peso Específico de la masa	gr/cc	2.595	2.585
Contenido de Humedad	%	0.039	0.035
Porcentaje de Absorción	%	0.023	0.019
Módulo de Fineza		2.992	7.861
Tamaño Máximo	pulg.	--	3/4"

Fuente: Propia

- c) Desarrollo del diseño: el anexo N°09 muestra el diseño de la mezcla de concreto para realizar el estudio del curado.

4.3 Control del esfuerzo axial de compresión.

El control del esfuerzo a la compresión en el concreto se realizó en tres edades que son a los 7, 14 y 28 días, y a través de ellos se cuantificó las variaciones para poder realizar la comparación de cada método de curado en bajas temperaturas. A continuación, se muestran los resultados de resistencia al esfuerzo axial de compresión en las briquetas que se realizó para el estudio:

- a) Curado artesanal.

Las resistencias logradas con el curado artesanal a la edad de 7 días se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Resistencia con curado artesanal a los 7 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Curado artesanal	7	210	21580	176	123	58.4
2	Curado artesanal	7	210	22810	176	130	61.7
	PROMEDIO		210			126.5	60.05

Fuente: Propia

Las resistencias logradas con el curado artesanal a la edad de 14 días se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Resistencia con curado artesanal a los 14 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Curado artesanal	14	210	27470	176	156	74.3%
2	Curado artesanal	14	210	28290	176	161	76.5%
	PROMEDIO		210			158.5	75.4%

Fuente: Propia

Las resistencias logradas con el curado artesanal a la edad de 28 días se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Resistencia con curado artesanal a los 28 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Curado artesanal	28	210	33450	176	190	90.5%
2	Curado artesanal	28	210	32550	176	185	88.1%
	PROMEDIO		210			187.5	89.3%

Fuente: Propia

A continuación, en la tabla 11 se muestra el cuadro resumen de los esfuerzos axiales producto del curado artesanal y en el grafico 30 se observa el desarrollo de la resistencia.

Tabla 11. Resumen de resistencia del curado artesanal.

CURADO ARTESANAL		
Edad (días)	Rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
7	123	126.5
7	130	
14	156	158.5
14	161	
28	190	187.5
28	185	

Fuente: Propia



Figura 30: Resistencias con curado artesanal.
Fuente: (Propia)

b) Curado con aditivo sikacem.

Para un mejor control del aditivo con respecto a su rendimiento y eficiencia de curado, esta investigación se realizó por capas donde el tiempo de espera para la aplicación de otra capa fue de 2 horas, tiempo en que se observó la membrana en la superficie de la briqueta de concreto. El curado con el aditivo sikacem se realizó con 3 capas aplicadas una sobre la otra, y se cuantificó la resistencia con 1, 2 y 3 capas. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

➤ Curado con aditivo sikacem (1 capa).

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, logrados con una capa del aditivo Sikacem a la edad de 7 días se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Resistencias con aditivo sikacem una capa a los 7 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm2)	Carga (kg)	Área (cm2)	Rotura (kg/cm2)	%
1	Sikacem 1 capa	7	210	23120	176	131	62.6%
2	Sikacem 1 capa	7	210	23690	176	135	64.1%
	PROMEDIO		210			133	63.35%

Fuente: Propia

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, logrados con una capa del aditivo sikacem a la edad de 14 días se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Resistencias con aditivo sikacem una capa a los 14 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Sikacem 1 capa	14	210	28070	176	159	75.9%
2	Sikacem 1 capa	14	210	27620	176	157	74.7%
PROMEDIO			210			158	75.3%

Fuente: Propia

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, logrados con una capa del aditivo sikacem a la edad de 28 días se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Resistencias con aditivo sikacem una capa a los 28 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Sikacem 1 capa	28	210	35120	176	200	95.0%
2	Sikacem 1 capa	28	210	35720	176	203	96.6%
PROMEDIO			210			201.5	95.8%

Fuente: Propia

A continuación, en la tabla 15 se muestra el cuadro resumen de los esfuerzos axiales producto del curado con el aditivo sikacem (1 capa) en bajas temperaturas y en el grafico 31 se observa el desarrollo de la resistencia.

Tabla 15. Resumen de resistencia con sikacem una capa.

CURADO CON ADITIVO SIKACEM (1 CAPA)		
Edad (días)	Rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
7	131	133
7	135	
14	159	158
14	157	
28	200	201.5
28	203	

Fuente: Propia

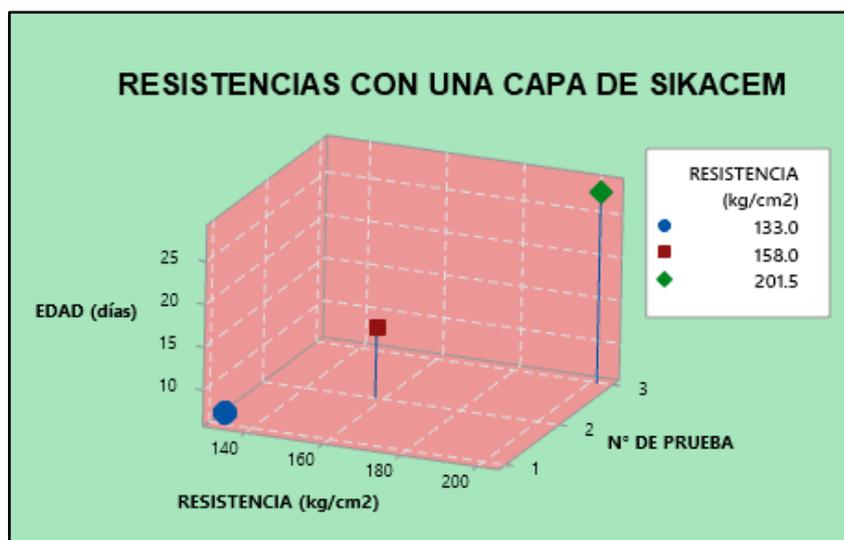


Figura 31: Resistencias con una capa de sikacem.
Fuente: (Propia)

➤ Curado con aditivo sikacem (2 capas).

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, logrados con dos capas del aditivo sikacem a la edad de 7 días se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Resistencias con dos capas del aditivo sikacem a los 7 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm2)	Carga (kg)	Área (cm2)	Rotura (kg/cm2)	%
1	Sikacem 2 capas	7	210	28420	176	161	76.9%
2	Sikacem 2 capas	7	210	28630	176	163	77.5%
	PROMEDIO		210			162	77.2%

Fuente: Propia

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, logrados con dos capas del aditivo sikacem a la edad de 14 días se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Resistencias con dos capas del aditivo sikacem a los 14 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm2)	Carga (kg)	Área (cm2)	Rotura (kg/cm2)	%
1	Sikacem 2 capas	14	210	32620	176	185	88.3%
2	Sikacem 2 capas	14	210	32940	176	187	89.1%
	PROMEDIO		210			186	88.7%

Fuente: Propia

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, logrados con dos capas del aditivo sikacem a la edad de 28 días se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Resistencias con dos capas del aditivo sikacem a los 28 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Sikacem 2 capas	28	210	37740	176	214	102.1%
2	Sikacem 2 capas	28	210	37380	176	212	101.1%
	PROMEDIO		210			213	101.6%

Fuente: Propia

A continuación, en la tabla 19 se muestra el cuadro resumen de los esfuerzos axiales producto del curado con el aditivo sikacem (2 capas) en bajas temperaturas y en el grafico 32 se observa el desarrollo de la resistencia.

Tabla 19. Resumen de resistencia con dos capas de sikacem.

CURADO CON ADITIVO SIKACEM (2 CAPAS)		
Edad (días)	Rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
7	161	162
7	163	
14	185	186
14	187	
28	214	213
28	212	

Fuente: Propia

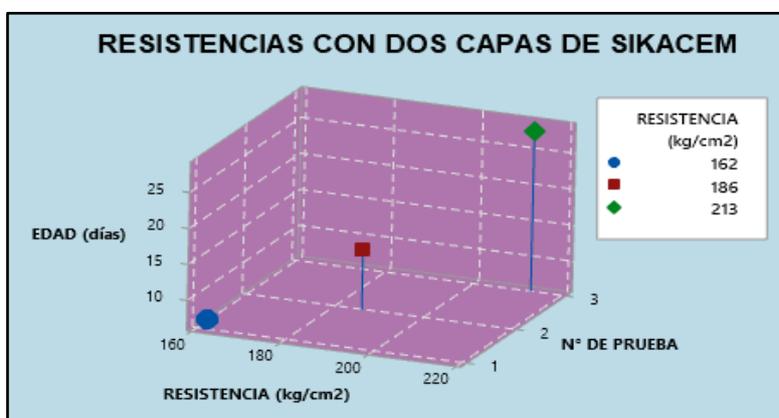


Figura 32: Resistencias con dos capas de sikacem.
Fuente: (Propia)

- Curado con aditivo sikacem (3 capas).

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, alcanzados con tres capas del aditivo sikacem a la edad de 7 días se muestran en la tabla 20.

Tabla 20. Resistencias con tres capas del aditivo sikacem a los 7 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Sikacem 3 capas	7	210	26410	176	150	71.5%
2	Sikacem 3 capas	7	210	27370	176	156	74.1%
	PROMEDIO		210			153	72.8%

Fuente: Propia

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, alcanzados con tres capas del aditivo sikacem a la edad de 14 días se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Resistencias con tres capas del aditivo sikacem a los 14 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Sikacem 3 capas	14	210	31780	176	181	86.0%
2	Sikacem 3 capas	14	210	31230	176	177	84.5%
	PROMEDIO		210			179	85.25%

Fuente: Propia

Los esfuerzos, la carga, el área y el porcentaje con respecto al diseño, alcanzados con tres capas del aditivo sikacem a la edad de 28 días se muestran en la tabla 22.

Tabla 22. Resistencias con tres capas del aditivo sikacem a los 28 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Sikacem 3 capas	28	210	37850	176	215	102.4%
2	Sikacem 3 capas	28	210	36820	176	209	99.6%
	PROMEDIO		210			212	101.0%

Fuente: Propia

A continuación, en la tabla 23 se muestra el cuadro resumen de los esfuerzos

axiales producto del curado con el aditivo sikacem (3 capas) en bajas temperaturas y en el grafico 33 se observa el desarrollo de la resistencia.

Tabla 23. Resumen de resistencias con 3 capas de sikacem.

CURADO CON EL ADITIVO SIKACEM (3 CAPAS)		
Edad (días)	Rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
7	150	153
7	156	
14	181	179
14	177	
28	215	212
28	209	

Fuente: Propia

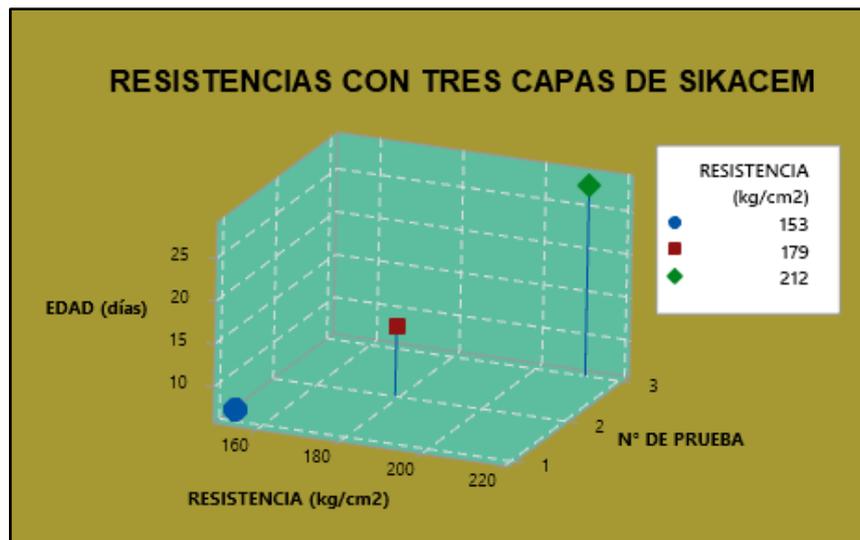


Figura 33: Resistencias con tres capas de sikacem.
Fuente: (Propia)

c) Curado con aditivo membrasil vista.

Para un mejor control del aditivo membrasil vista con respecto a su rendimiento y eficiencia de curado, la investigación para este aditivo se realizó por capas y el tiempo de aplicación entre capa y capa fue de 2 horas, tiempo en que se observó la formación de la membrana en la superficie del testigo de concreto. El curado con

este aditivo se realizó con 1, 2 y 3 capas los cuales se cuantifico el esfuerzo según la edad de 7, 14 y 28 días. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

- Curado con aditivo membranal vista (1 capa).

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con una capa del aditivo membranal vista a la edad de 7 días se muestran en la tabla 24.

Tabla 24. Resistencias con una capa del aditivo membranal vista a los 7 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membranal vista 1 capa	7	210	21710	176	123	58.7%
2	Membranal vista 1 capa	7	210	22030	176	125	59.6%
	PROMEDIO		210			124	59.15%

Fuente: Propia

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con una capa del aditivo membranal vista a la edad de 14 días se muestran en la tabla 25.

Tabla 25. Resistencias con una capa del aditivo membranal vista a los 14 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membranal vista 1 capa	14	210	28420	176	161	76.9%
2	Membranal vista 1 capa	14	210	28460	176	162	77.0%
	PROMEDIO		210			161.5	76.95%

Fuente: Propia

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con una capa del aditivo membranal vista a la edad de 28 días se muestran en la tabla 26.

Tabla 26. Resistencias con una capa del aditivo membranal vista a los 28 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membranal vista 1 capa	28	210	34240	176	195	92.6%
2	Membranal vista 1 capa	28	210	34860	176	198	94.3%
	PROMEDIO		210			196.5	93.45%

Fuente: Propia

Para una mejor interpretación la tabla 27 muestra el cuadro resumen de los esfuerzos axiales de compresión producto del curado con el aditivo membranil vista (1 capa) en bajas temperaturas, y en el grafico 34 se observa el desarrollo de la resistencia curadas con el aditivo en estudio.

Tabla 27. Resumen de resistencia con una capa de membranil vista.

CURADO CON ADITIVO MEMBRANIL VISTA (1 CAPA)		
Edad (días)	Rotura (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)
7	123	124
7	125	
14	161	161.5
14	162	
28	195	196.5
28	198	

Fuente: Propia

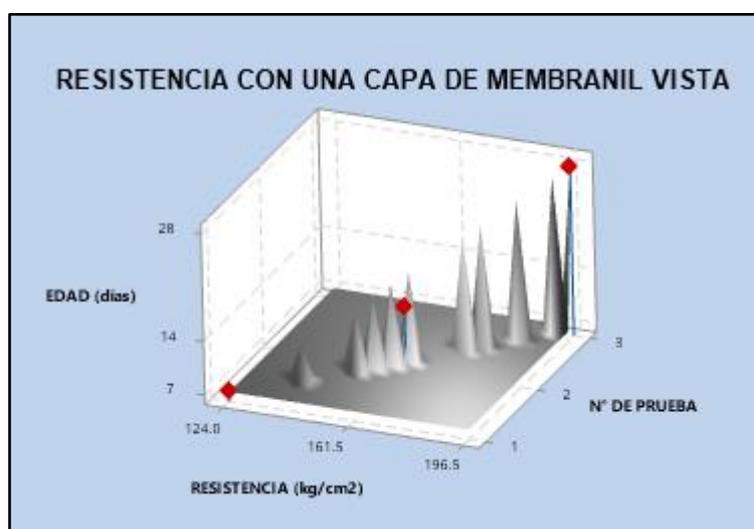


Figura 34: Resistencias con una capa de membranil vista.
Fuente: (Propia)

➤ Curado con aditivo membranil vista (2 capas).

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con dos capas del aditivo membranil vista a la edad de 7 días se muestran en la tabla 28.

Tabla 28. Resistencias con dos capas del aditivo membranil vista a los 7 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membranil vista 2 capas	7	210	27360	176	155	74.0%
2	Membranil vista 2 capas	7	210	27760	176	158	75.1%
	PROMEDIO		210			156.5	74.55%

Fuente: Propia

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con dos capas del aditivo membranil vista a la edad de 14 días se muestran en la tabla 29.

Tabla 29. Resistencias con dos capas del aditivo membranil vista a los 14 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membranil vista 2 capas	14	210	32720	176	186	88.5%
2	Membranil vista 2 capas	14	210	32890	176	187	89.0%
	PROMEDIO		210			186.5	88.75%

Fuente: Propia

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con dos capas del aditivo membranil vista a la edad de 28 días se muestran en la tabla 30.

Tabla 30. Resistencias con dos capas del aditivo membranil vista a los 28 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membranil vista 2 capas	28	210	36140	176	205	97.8%
2	Membranil vista 2 capas	28	210	37160	176	211	100.5%
	PROMEDIO		210			208	99.15%

Fuente: Propia

Para una mejor interpretación la tabla 31 muestra el cuadro resumen de los esfuerzos axiales de compresión producto del curado con el aditivo membranil vista (2 capas) en bajas temperaturas, y en el grafico 35 se observa el desarrollo de la resistencia curadas con el aditivo en estudio.

Tabla 31. Resumen de resistencias con dos capas de membrasil vista.

CURADO CON ADITIVO MEMBRASIL VISTA (2 CAPAS)		
Edad (días)	Rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
7	155	156.5
7	158	
14	186	186.5
14	187	
28	205	208
28	211	

Fuente: Propia

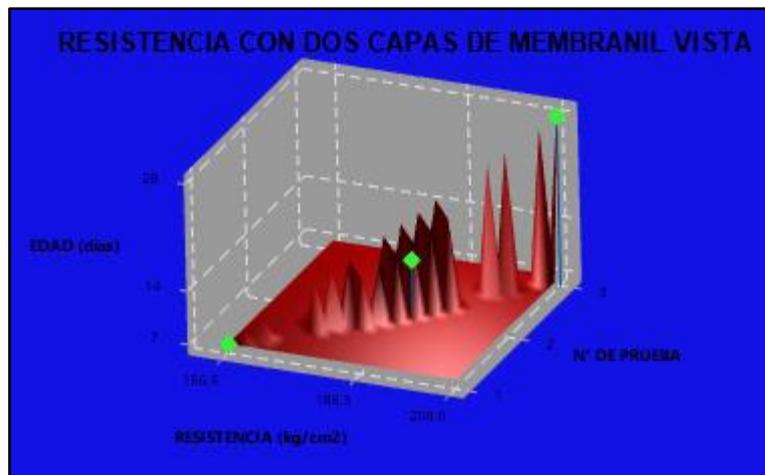


Figura 35: Resistencias con dos capas de membrasil vista.
Fuente: (Propia)

- Curado con aditivo membrasil vista (3 capas).

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con tres capas del aditivo membrasil vista a la edad de 7 días se muestran en la tabla 32.

Tabla 32. Resistencias con tres capas del aditivo membrasil vista a los 7 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membrasil vista 3 capas	7	210	25570	176	145	69.2%
2	Membrasil vista 3 capas	7	210	25710	176	146	69.6%
	PROMEDIO		210			145.5	69.4%

Fuente: Propia

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con tres capas del aditivo membranil vista a la edad de 14 días se muestran en la tabla 33.

Tabla 33. Resistencias con tres capas del aditivo membranil vista a los 14 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membranil vista 3 capas	14	210	31860	176	181	86.2%
2	Membranil vista 3 capas	14	210	32120	176	183	86.9%
	PROMEDIO		210			182	86.55%

Fuente: Propia

Los datos obtenidos según el ensayo de compresión del concreto con tres capas del aditivo membranil vista a la edad de 28 días se muestran en la tabla 34.

Tabla 34. Resistencias con tres capas del aditivo membranil vista a los 28 días.

N°	Descripción de la Muestra	Edad (días)	Diseño (kg/cm ²)	Carga (kg)	Área (cm ²)	Rotura (kg/cm ²)	%
1	Membranil vista 3 capas	28	210	36520	176	208	98.8%
2	Membranil vista 3 capas	28	210	36270	176	206	98.1%
	PROMEDIO		210			207	98.45%

Fuente: Propia

Para una mejor interpretación la tabla 35 muestra el cuadro resumen de los esfuerzos axiales de compresión producto del curado con el aditivo membranil vista (3 capas) en bajas temperaturas, y en el grafico 36 se observa el desarrollo de la resistencia curadas con el aditivo en estudio.

Tabla 35. Resumen de resistencias con tres capas de membranil vista.

CURADO CON ADITIVO MEMBRANIL VISTA (3 CAPAS)		
Edad (días)	Rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
7	145	145.5
7	146	
14	181	182
14	183	
28	208	207
28	206	

Fuente: Propia

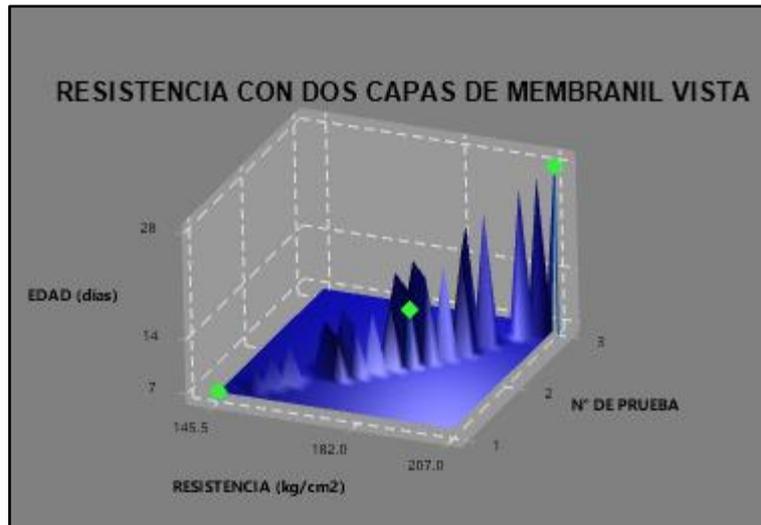


Figura 36: Resistencias con tres capas de membrasil vista.
Fuente: (Propia)

4.4 Costos de los métodos de curado.

Con el propósito de representar los costos reales para desarrollar el curado de las briquetas del estudio, se ha subdividido el costo de mano de obra y de los insumos para el curado.

- Costo de mano de obra.

La mano de obra para realizar el curado de las briquetas del estudio tuvo un costo de S/.5.00 por intervalo de curado.

Para el curado artesanal se tuvo 3 intervalos los cuales comprendían en una aspersión de agua por la mañana, otra en el medio día y la última por la tarde, esto debido a una encuesta realizada a maestros de obra de la zona, ya que siempre realizaban esos intervalos de curado.

Por otra parte, el curado con aditivos también se subdividido en 3 intervalos, donde cada intervalo fue la aplicación del aditivo en la superficie de las briquetas, por lo tanto, si el objetivo del estudio es realizar el curado con 1,2 y 3 capas, cada una de ellas fue un intervalo ya que el proceso de formación de membrana en la superficie de concreto fue de 2 horas aproximadamente, entonces el personal encargado para realizar el curado tuvo que esperar ese tiempo para aplicar otra capa.

A continuación, se muestra la tabla 36 donde se observa el costo de cada método de curado, respecto al tiempo y sus respectivos intervalos.

Tabla 36. Costo de mano de obra según el método de curado.

Descripción del curado	Personal (peón)	Tiempo (días)	N° de intervalos	Costo por intervalo	Costo total (Soles)
Curado artesanal	1	28	3	S/ 5.00	S/ 420.00
Sikacem 1 capa	1	1	1	S/ 5.00	S/ 5.00
Sikacem 2 capas	1	1	2	S/ 5.00	S/ 10.00
Sikacem 3 capas	1	1	3	S/ 5.00	S/ 15.00
Membranil vista 1 capa	1	1	1	S/ 5.00	S/ 5.00
Membranil vista 2 capas	1	1	2	S/ 5.00	S/ 10.00
Membranil vista 3 capas	1	1	3	S/ 5.00	S/ 15.00

Fuente: Propia

- Costo de insumos para el curado

Los insumos utilizados para realizar la investigación y también para poder realizar el análisis comparativo son: el agua, aditivo sikacem y el aditivo membranil vista.

En agua, en el distrito de Macusani tiene un costo irrelevante, por tal motivo para este estudio se omitió el costo de este insumo.

El aditivo sikacem, no es comercial en el distrito donde se realiza el estudio, es por ello que se adquirió del distrito de Juliaca, y el costo de 1 galón es de S/.68.00 y según sus especificaciones tiene un rendimiento de 19m²/gl, entonces el costo por metro cuadrado sería de S/.3.58 por m².

El aditivo Membranil vista, tampoco es comercial en el distrito donde se realiza el estudio, por ello se adquirió del distrito de Juliaca, y el costo de 1 galón es de S/.24.80 y según sus especificaciones tiene un rendimiento de 14m²/gl, entonces el costo por metro cuadrado sería de S/.1.77 por m².

A continuación, la tabla 37 muestra el costo por insumo con respecto al área de las briquetas en estudio, que es de 0.18m².

Tabla 37. Costo de curado con aditivo según la cantidad de capas.

Descripción del curado	Costo por m2	Área de briquetas (m2)	N° de intervalos	Costo total (Soles)
Sikacem 1 capa	3.58	0.18	1	S/ 0.64
Sikacem 2 capas	3.58	0.18	2	S/ 1.29
Sikacem 3 capas	3.58	0.18	3	S/ 1.93
Membranil vista 1 capa	1.77	0.18	1	S/ 0.32
Membranil vista 2 capas	1.77	0.18	2	S/ 0.64
Membranil vista 3 capas	1.77	0.18	3	S/ 0.96

Fuente: Propia

El costo total de cada método de curado según el análisis realizado durante 28 días se muestra en la tabla 38 y en la figura 37 se observa la variación de costos.

Tabla 38. Costos según el método de curado durante 28 días.

Descripción del curado	Costo de mano de obra	Costo de insumos	Total
Curado artesanal	S/ 420.00		S/ 420.00
Sikacem 1 capa	S/ 5.00	S/ 0.64	S/ 5.64
Sikacem 2 capas	S/ 10.00	S/ 1.29	S/ 11.29
Sikacem 3 capas	S/ 15.00	S/ 1.93	S/ 16.93
Membranil vista 1 capa	S/ 5.00	S/ 0.32	S/ 5.32
Membranil vista 2 capas	S/ 10.00	S/ 0.64	S/ 10.64
Membranil vista 3 capas	S/ 15.00	S/ 0.96	S/ 15.96

Fuente: Propia



Figura 37: Variación de costos de cada curado.

Fuente: (Propia)

4.5 Contrastación de hipótesis.

Es la actividad en que el investigador mediante la observación, la experimentación, la documentación y/o la encuesta sistemática, comprueba (demuestra) si la hipótesis en estudio es falsa o verdadera. Proceso estadístico y analítico por el que se estima si la hipótesis se cumple o no en los datos empíricos obtenidos después del procesamiento de datos. (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p.38).

a) Formulación de hipótesis.

Las hipótesis son respuestas que se intuyen, como las más adecuadas para la solución del problema de investigación, por ende, son suposiciones de respuestas a problemas que son susceptibles a verificarse a través de la investigación científica (Calduch, 2014).

H₀: Hipótesis nula, es lo contrario de la hipótesis del investigador, y es por ello que se rechaza o se acepta.

H₁: Hipótesis alternativa, es lo que plantea el investigador y lo que se desea demostrar a través de la investigación.

b) Nivel de significancia.

Es la probabilidad de error que el investigador está dispuesto a asumir al rechazar la hipótesis nula. Magnitud del error de primera clase tolerado en la interpretación de los resultados El nivel de significación se designa mediante α (Sánchez et al, 2018, p.96).

Para las investigaciones relacionadas a ingeniería es recomendable un 5% de nivel de significancia y es el que se usó para esta investigación.

c) Nivel de confiabilidad.

Es la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre en el intervalo de confianza. El nivel de confianza (p) se designa mediante $1 - \alpha$, y se suele tomar en tanto por ciento. Los niveles de confianza más usuales, son: 90%; 95% y 99% (Sánchez et al, 2018, p.96).

Para la contrastación de hipótesis del estudio el nivel de confianza es de 95%.

d) Lectura del p-valor.

El p-valor, al ser la cuantificación de error solo es un dato que nos ayuda a decidir a la hora de tomar decisiones basadas en la probabilidad. Este valor nos ayuda a tomar una decisión de rechazo a la hipótesis nula (H_0) cuando es menor al nivel de significancia y de no rechazo cuando su valor es mayor al alfa planteado (Supo, 2014).

e) Estadístico de prueba.

El estadístico de prueba se elige en función a 6 conceptos: tipo de estudio, nivel investigativo, diseño de la investigación, objetivo estadístico, escalas de medición de las variables y comportamiento de los datos, es este último punto donde debemos considerar la distribución de los datos en las variables de numéricas y las frecuencias esperadas para las variables categóricas (Supo, 2014).

Debido a que la muestra del estudio es menor que 30, el estadístico de prueba que se utilizo es el "t" de student.

f) Toma de decisión.

La toma de decisión se realiza en base al p-valor y al nivel de significancia.

4.5.1 Contrastación de la hipótesis secundario N° 1

El aditivo sikacem curador en bajas temperaturas maximiza las resistencias axiales del concreto mediante una cantidad de capas en comparación del curado artesanal.

Prueba de hipótesis con una capa del aditivo sikacem.

- Paso N°1: formulación de las hipótesis.

$H_0: \mu_e = \mu_c$ El aditivo sikacem con una capa en bajas temperaturas tiene la misma resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

$H_1: \mu_e > \mu_c$ El aditivo sikacem con una capa en bajas temperaturas maximiza la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

- Paso N°2: cálculo del “t” de tabla.

Para el cálculo del punto crítico se usó los siguientes datos para representar en la tabla de “t” de student del anexo n° 13.

La tabla 39 muestra el grupo experimental mediante las resistencias con una capa del aditivo sikacem y el grupo control son las resistencias obtenidas con el curado artesanal.

Tabla 39. Resistencias de una capa de sikacem y del grupo control.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²)	
Sikacem 1 capa	Curado artesanal
200	190
203	185

Fuente: Propia

Grados de libertad (n_1+n_2-2) : Gl = 2
Nivel de significancia : γ = 95%
Nivel de confianza : α = 5%

Luego de revisar el anexo n°13 el “t” de tablas es 2.92.

- Paso N°3: cálculo del “t” calculado.

Para desarrollar este procedimiento es necesario el cálculo de la media y la desviación estándar del grupo experimental que se muestra en la figura 38 y del grupo control en la figura 39, ambos se realizaron con el software minitab.

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
SIKACEM 1 CAPA	201.50	2.12

Figura 38: Media y desviación estándar de sikacem 1 capa.
Fuente: Propia

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
CURADO ARTESANAL	187.50	3.54

Figura 39: Datos del grupo control para sikacem 1 capa.
Fuente: Propia.

Teniendo los datos correspondientes se aplica la siguiente formula:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 gl}{n_1 + n_2}}$$

Datos:

$$\mu_1 = 201.5$$

$$\mu_2 = 187.5$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 2$$

$$s_1 = 2.12$$

$$s_2 = 3.54$$

$$gl = 2$$

$$t = 4.80$$

El "t" calculado se muestra en la figura 40, representada en la gráfica de distribución.

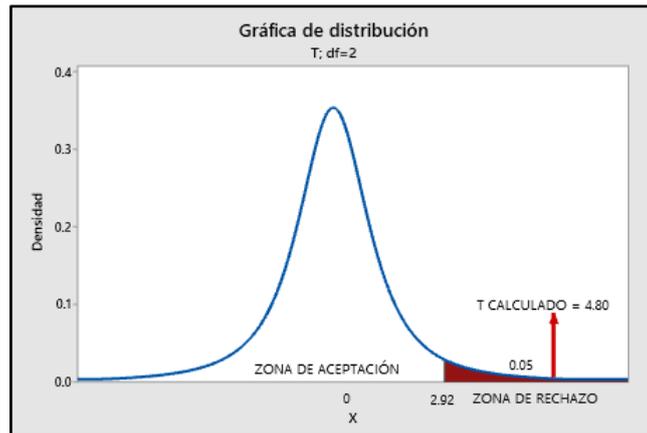


Figura 40: "t" calculado con sikacem 1 capa.
Fuente: Propia.

- Paso N°4: interpretación del p-valor.

Como se muestra en la figura 41 el p-valor fue calculado por el software minitab y para poder rechazar o aceptar la hipótesis nula se tiene en cuenta dicho valor como se muestra a continuación:

Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$	
Valor T	GL	Valor p
4.80	2	0.020

Figura 41: P-valor con sikacem 1 capa.
Fuente: Propia.

Para una capa del aditivo sikacem.

$0.020 < 0.05$; el p-valor es menor que el valor de significancia, por ende, se rechaza la hipótesis nula.

- Paso N°5: toma de decisión.

Se acepta la hipótesis alternativa que fue planteada por el investigador, por lo tanto, el aditivo sikacem con una capa en bajas temperaturas maximiza la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

✚ Prueba de hipótesis con dos capas del aditivo sikacem.

- Paso N°1: formulación de las hipótesis.

$H_0: \mu_e = \mu_c$ El aditivo sikacem con dos capas en bajas temperaturas tiene la misma resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

$H_1: \mu_e > \mu_c$ El aditivo sikacem con dos capas en bajas temperaturas maximiza la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

- Paso N°2: cálculo del “t” de tabla.

Para el cálculo del punto crítico se usó los siguientes datos para representar en la tabla de “t” de student del anexo n°13.

La tabla 40 muestra el grupo experimental mediante las resistencias con dos capas del aditivo sikacem y el grupo control es las resistencias obtenidas con el curado artesanal.

Tabla 40. Resistencias de dos capas de sikacem y del grupo control.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²)	
Sikacem 2 capas	Curado artesanal
203	190
214	185

Fuente: Propia

Grados de libertad (n_1+n_2-2) : $G_l = 2$
Nivel de significancia : $\gamma = 95\%$
Nivel de confianza : $\alpha = 5\%$

Luego de revisar el anexo n°13 el “t” de tablas es 2.92

- Paso N°3: cálculo del “t” calculado.

Para desarrollar este procedimiento es necesario el cálculo de la media y la desviación estándar del grupo experimental que se muestra en la figura 42 y del grupo control en la figura 43, ambos se realizaron con el software minitab.

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
SIKACEM 2CAPAS	213.00	1.41

Figura 42: Media y desviación estándar de sikacem 2 capas.
Fuente: Propia

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
CURADO ARTESANAL	187.50	3.54

Figura 43: Datos del grupo control para sikacem 2 capas.
Fuente: Propia.

Teniendo los datos correspondientes se aplica la siguiente formula:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 gl}{n_1 + n_2}}$$

Datos:

$$\mu_1 = 213.00$$

$$\mu_2 = 187.50$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 2$$

$$s_1 = 1.41$$

$$s_2 = 3.54$$

$$gl = 2$$

$$t = 9.46$$

El “t” calculado sobre el curado con dos capas de sikacem y el curado artesanal se muestra en la figura 44.

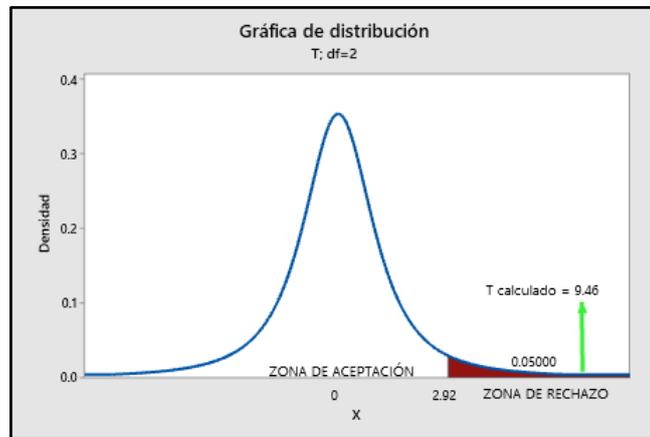


Figura 44: “t” calculado con sikacem 2 capas.
Fuente: Propia.

- Paso N°4: interpretación del p-valor.

El p-valor fue calculado por el software minitab como se muestra en la figura 45, y dicho valor se tiene en cuenta para poder rechazar o aceptar la hipótesis nula.

Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$	
<u>Valor T</u>	<u>GL</u>	<u>Valor p</u>
9.46	2	0.005

Figura 45: P-valor con sikacem 2 capas.
Fuente: Propia.

Para dos capas del aditivo sikacem.

$0.005 < 0.05$; el p-valor es menor que el valor de significancia, por ende, se rechaza la hipótesis nula.

- Paso N°5: toma de decisión.

Se acepta la hipótesis alternativa que fue planteada por el investigador, por lo tanto, el aditivo sikacem con dos capas en bajas temperaturas maximiza la resistencia del

esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

✚ Prueba de hipótesis con tres capas del aditivo sikacem.

- Paso N°1: formulación de las hipótesis.

$H_0: \mu_e = \mu_c$ El aditivo sikacem con tres capas en bajas temperaturas tiene la misma resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

$H_1: \mu_e > \mu_c$ El aditivo sikacem con tres capas en bajas temperaturas maximiza la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

- Paso N°2: cálculo del “t” de tabla.

Para el cálculo del punto crítico se usó los siguientes datos para representar en la tabla de “t” de student del anexo n°13.

La tabla 41 muestra el grupo experimental mediante las resistencias con tres capas del aditivo sikacem y el grupo control es las resistencias obtenidas con el curado artesanal.

Tabla 41. Resistencias de tres capas de sikacem y del grupo control.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²)	
Sikacem 3 capas	Curado artesanal
215	190
209	185

Fuente: Propia

Grados de libertad (n_1+n_2-2) : $G_l = 2$
Nivel de significancia : $\gamma = 95\%$
Nivel de confianza : $\alpha = 5\%$

Luego de revisar el anexo n°13 el “t” de tablas es 2.92

- Paso N°3: cálculo del “t” calculado.

Para desarrollar este procedimiento es necesario el cálculo de la media y la desviación estándar del grupo experimental que se muestra en la figura 46 y del grupo control en la figura 47, ambos se realizaron con el software minitab.

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
SIKACEM 3 CAPAS	212.00	4.24

Figura 46: Media y desviación estándar de sikacem 3 capas.
Fuente: Propia

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
CURADO ARTESANAL	187.50	3.54

Figura 47: Datos del grupo control para sikacem 3 capas.
Fuente: Propia.

Teniendo los datos correspondientes se aplica la siguiente formula:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 gl}{n_1 + n_2}}$$

Datos:

$$\mu_1 = 212.00$$

$$\mu_2 = 187.50$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 2$$

$$s_1 = 4.24$$

$$s_2 = 3.54$$

$$gl = 2$$

$$t = 6.27$$

El "t" calculado sobre el curado con tres capas de sikacem y el curado artesanal se muestra en la figura 48.

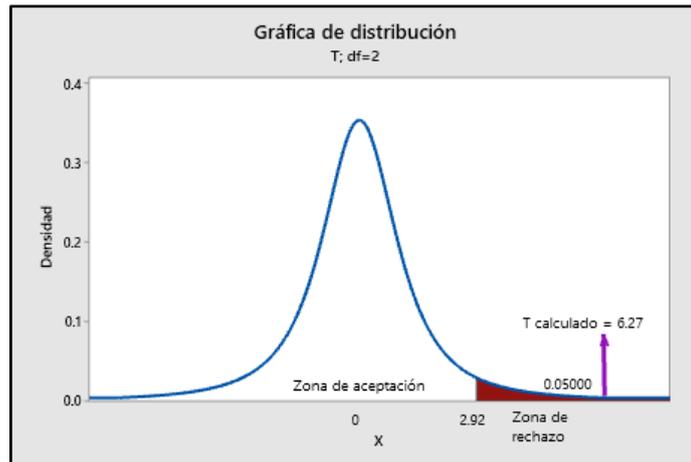


Figura 48: "t" calculado con sikacem 3 capas.
Fuente: Propia.

- Paso N°4: interpretación del p-valor.

El p-valor fue calculado por el software minitab como se muestra en la figura 49, y dicho valor se tiene en cuenta para poder rechazar o aceptar la hipótesis nula.

Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$	
Valor T	GL	Valor p
6.27	2	0.012

Figura 49: P-valor con sikacem 1 capa.
Fuente: Propia.

Para tres capas del aditivo sikacem.

$0.012 < 0.05$; el p-valor es menor que el valor de significancia, por ende, se rechaza la hipótesis nula.

- Paso N°5: toma de decisión.

Se acepta la hipótesis alternativa que fue planteada por el investigador, por lo tanto, el aditivo sikacem con tres capas en bajas temperaturas maximiza la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

➤ **Toma de decisión final sobre el aditivo sikacem**

Debido a que el aditivo sikacem con 1, 2 y 3 capas incrementan la resistencia al esfuerzo axial de compresión en comparación con el curado artesanal de la zona, la tabla 42 muestra un resumen de la contratación de hipótesis secundaria N°1 para poder seleccionar el más óptimo según los cálculos de “t”, y la tabla 43 según el p-valor.

Tabla 42. Comparación del “t” de student según la hipótesis secundario 1.

Descripción	t de tablas	t calculado
Sikacem 1 capa	2.92	4.8
Sikacem 2 capas	2.92	9.46
Sikacem 3 capas	2.92	6.27

Fuente: Propia

Como se observa en la tabla el curado del concreto en bajas temperaturas tiene una mayor eficiencia con 2 capas, debido a que el “t” calculado es superior al de las otras capas.

Tabla 43. Nivel de significancia y el p-valor según la hipótesis secundario 1.

Descripción	Nivel de significancia	p- valor
Sikacem 1 capa	0.05	0.02
Sikacem 2 capas	0.05	0.005
Sikacem 3 capas	0.05	0.012

Fuente: Propia

Para la selección del número de capas más apropiado en climas de bajas temperaturas se realizó la comparación de las hipótesis con cada capa con respecto al p-valor, esto nos indica a medida que el p valor sea menor que el nivel de significancia el grupo experimental es superior al grupo control.

4.5.2 Contrastación de hipótesis secundario N° 2

El aditivo membranil vista en bajas temperaturas incrementa las resistencias axiales del concreto mediante una cantidad de capas en comparación del curado artesanal.

✚ Prueba de hipótesis con una capa del aditivo membranil vista.

- Paso N°1: formulación de las hipótesis.

$H_0: \mu_e = \mu_c$ El aditivo membranil vista con una capa en bajas temperaturas tiene la misma resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

$H_1: \mu_e > \mu_c$ El aditivo membranil vista con una capa en bajas temperaturas maximiza la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

- Paso N°2: cálculo del “t” de tabla.

Para el cálculo del punto crítico se usó los siguientes datos para representar en la tabla del anexo n°13.

La tabla 44 muestra el grupo experimental mediante las resistencias con una capa del aditivo membranil vista y el grupo control es las resistencias obtenidas con el curado artesanal.

Tabla 44. Resistencias de una capa de membranil vista y del grupo control.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²)	
Membranil vista 1 capa	Curado artesanal
195	190
198	185

Fuente: Propia

Grados de libertad (n_1+n_2-2) : Gl = 2
 Nivel de significancia : γ = 95%
 Nivel de confianza : α = 5%

Luego de revisar el anexo n°13 el “t” de tablas es 2.92

- Paso N°3: cálculo del “t” calculado.

Para desarrollar este procedimiento es necesario el cálculo de la media y la desviación estándar del grupo experimental que se muestra en la figura 50 y del grupo control en la figura 51, ambos se realizaron con el software minitab.

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
MEMBRANIL VISTA 1 CAPA	196.50	2.12

Figura 50: Media y desviación estándar de membranil vista 1 capa.
 Fuente: Propia

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
CURADO ARTESANAL	187.50	3.54

Figura 51: Datos del grupo control para membranil vista 1 capa.
 Fuente: Propia.

Teniendo los datos correspondientes se aplica la siguiente formula:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 gl}{n_1 + n_2}}$$

Datos:

$$\mu_1 = 196.50$$

$$\mu_2 = 187.50$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 2$$

$$s_1 = 2.12$$

$$s_2 = 3.54$$

$$gl = 2$$

$$t = 3.08$$

El “t” calculado sobre el curado con una capa de membranal vista y el curado artesanal se muestra en la figura 52.

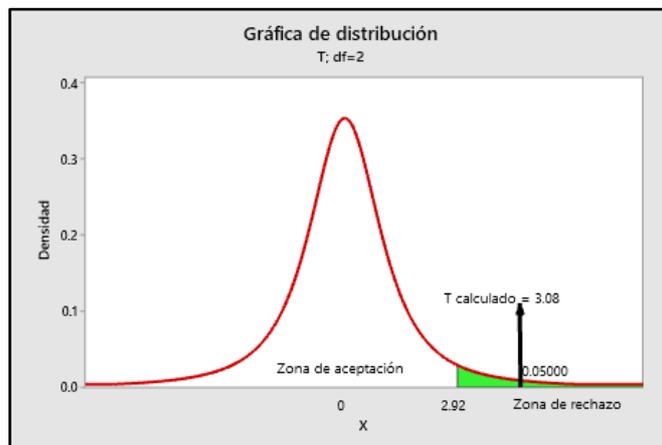


Figura 52: “t” calculado con membranal vista 1 capa.
Fuente: Propia.

- Paso N°4: interpretación del p-valor.

El p-valor fue calculado por el software minitab como se muestra en la figura 53, y dicho valor se tiene en cuenta para poder rechazar o aceptar la hipótesis nula.

Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$	
<u>Valor T</u>	<u>GL</u>	<u>Valor p</u>
3.08	2	0.045

Figura 53: P-valor con membranal vista 1 capa.
Fuente: Propia.

Para una capa del aditivo membranil vista.

$0.045 < 0.05$; el p-valor es menor que el valor de significancia, por ende, se rechaza la hipótesis nula.

- Paso N°5: toma de decisión.

Se acepta la hipótesis alternativa que fue planteada por el investigador, por lo tanto, el aditivo membranil vista con una capa en bajas temperaturas incrementa la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

Prueba de hipótesis con dos capas del aditivo membranil vista.

- Paso N°1: formulación de las hipótesis.

$H_0: \mu_e = \mu_c$ El aditivo membranil vista con dos capas en bajas temperaturas tiene la misma resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

$H_1: \mu_e > \mu_c$ El aditivo membranil vista con dos capas en bajas temperaturas incrementa la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

- Paso N°2: cálculo del “t” de tabla.

Para el cálculo del punto crítico se usó los siguientes datos para representar en la tabla del anexo n°13.

La tabla 45 muestra el grupo experimental mediante las resistencias con dos capas del aditivo membranil vista y el grupo control es las resistencias obtenidas con el curado artesanal.

Tabla 45. Resistencias de dos capas de membranil vista y del grupo control.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²)	
Membranil vista 2 capas	Curado artesanal
205	190
211	185

Fuente: Propia

Grados de libertad (n_1+n_2-2) : Gl = 2
 Nivel de significancia : γ = 95%
 Nivel de confianza : α = 5%

Luego de revisar el anexo n°13 el “t” de tablas es 2.92

- Paso N°3: cálculo del “t” calculado.

Para desarrollar este procedimiento es necesario el cálculo de la media y la desviación estándar del grupo experimental que se muestra en la figura 54 y del grupo control en la figura 55, ambos se realizaron con el software minitab.

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
MEMBRANIL VISTA 2 CAPAS	208.00	4.24

Figura 54: Media y desviación estándar de membranil vista 2 capas.
 Fuente: Propia

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
CURADO ARTESANAL	187.50	3.54

Figura 55: Datos del grupo control para membranil vista 2 capas.
 Fuente: Propia.

Teniendo los datos correspondientes se aplica la siguiente formula:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 gl}{n_1 + n_2}}$$

Datos:

$$\mu_1 = 208.00$$

$$\mu_2 = 187.50$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 2$$

$$s_1 = 4.24$$

$$s_2 = 3.54$$

$$gl = 2$$

$$t = 5.25$$

El “t” calculado sobre el curado con dos capas de membrasil vista y el curado artesanal se muestra en la figura 56.

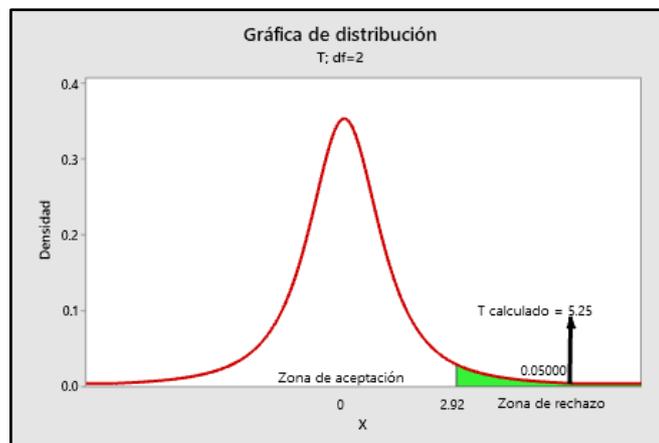


Figura 56: “t” calculado con membrasil vista 2 capas.
Fuente: Propia.

- Paso N°4: interpretación del p-valor.

El p-valor fue calculado por el software minitab como se muestra en la figura 57, y dicho valor se tiene en cuenta para poder rechazar o aceptar la hipótesis nula.

Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$	
Valor T	GL	Valor p
5.25	2	0.017

Figura 57: P-valor con membrasil vista 2 capas.
Fuente: Propia.

Para dos capas del aditivo membrasil vista.

$0.017 < 0.05$; el p-valor es menor que el valor de significancia, por ende, se rechaza la hipótesis nula.

- Paso N°5: toma de decisión.

Se acepta la hipótesis alternativa que fue planteada por el investigador, por lo tanto, el aditivo membrasil vista con dos capas en bajas temperaturas incrementa la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

✚ Prueba de hipótesis con tres capas del aditivo membrasil vista.

- Paso N°1: formulación de las hipótesis.

$H_0: \mu_e = \mu_c$ El aditivo membrasil vista con tres capas en bajas temperaturas tiene la misma resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

$H_1: \mu_e > \mu_c$ El aditivo membrasil vista con tres capas en bajas temperaturas incrementa la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

- Paso N°2: cálculo del “t” de tabla.

Para el cálculo del punto crítico se usó los siguientes datos para representar en la tabla del anexo n°13.

La tabla 46 muestra el grupo experimental mediante las resistencias con dos capas del aditivo membranil vista y el grupo control es las resistencias obtenidas con el curado artesanal.

Tabla 46. Resistencias de tres capas de membranil vista y del grupo control.

RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²)	
Membranil vista 3 capas	Curado artesanal
208	190
206	185

Fuente: Propia

Grados de libertad (n_1+n_2-2) : Gl = 2
 Nivel de significancia : γ = 95%
 Nivel de confianza : α = 5%

Luego de revisar el anexo n°13 el “t” de tablas es 2.92

- Paso N°3: cálculo del “t” calculado.

Para desarrollar este procedimiento es necesario el cálculo de la media y la desviación estándar del grupo experimental que se muestra en la figura 58 y del grupo control en la figura 59, ambos se realizaron con el software minitab.

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
MEMBRANIL VISTA 3 CAPAS	207.00	1.41

Figura 58: Media y desviación estándar de membranil vista 3 capas.
 Fuente: Propia

Estadísticas		
Variable	Media	Desv.Est.
CURADO ARTESANAL	187.50	3.54

Figura 59: Datos del grupo control para membranil vista 3 capas.
 Fuente: Propia.

Teniendo los datos correspondientes se aplica la siguiente formula:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 gl}{n_1 + n_2}}$$

Datos:

$$\mu_1 = 207.00$$

$$\mu_2 = 187.50$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 2$$

$$s_1 = 1.41$$

$$s_2 = 3.54$$

$$gl = 2$$

$$t = 7.24$$

El "t" calculado sobre el curado con tres capas de membranal vista y el curado artesanal se muestra en la figura 60.

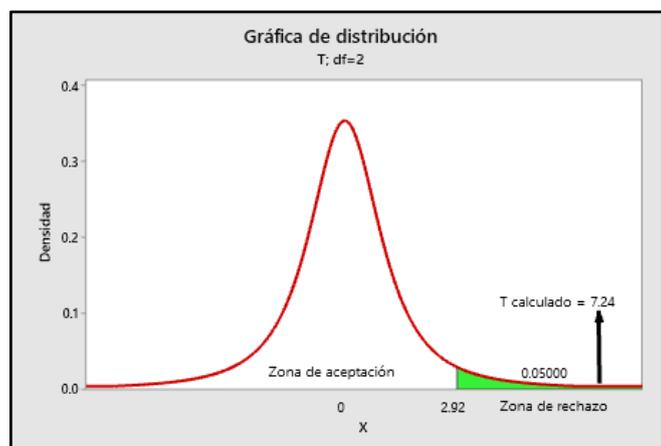


Figura 60: "t" calculado con sikacem 3 capas.
Fuente: Propia.

- Paso N°4: interpretación del p-valor.

El p-valor fue calculado por el software minitab como se muestra en la figura 61, y dicho valor se tiene en cuenta para poder rechazar o aceptar la hipótesis nula.

Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$	
Valor T	GL	Valor p
7.24	2	0.009

Figura 61: P-valor con membranil vista 3 capas.
Fuente: Propia.

Para tres capas del aditivo membranil vista.

$0.009 < 0.05$; el p-valor es menor que el valor de significancia, por ende, se rechaza la hipótesis nula.

- Paso N°5: toma de decisión.

Se acepta la hipótesis alternativa que fue planteada por el investigador, por lo tanto, el aditivo membranil vista con tres capas en bajas temperaturas incrementa la resistencia del esfuerzo axial de compresión en comparación del curado artesanal.

➤ **Toma de decisión final sobre la hipótesis secundario 2.**

Debido a que el aditivo membranil vista incrementa la resistencia al esfuerzo axial de compresión en comparación con el curado artesanal de la zona, la tabla 47 muestra un resumen de la contrastación de hipótesis secundaria N°2 para poder seleccionar el más óptimo según los cálculos de "t", y la tabla 48 según el p-valor.

Tabla 47. Comparación del "t" de student según la hipótesis secundario 2.

Descripción	t de tablas	t calculado
Membranil vista 1 capa	2.92	3.08
Membranil vista 2 capas	2.92	5.25
Membranil vista 3 capas	2.92	7.24

Fuente: Propia

Como se observa en la tabla el curado con el aditivo membranil vista en bajas temperaturas tiene una mayor eficiencia con 3 capas, debido a que el t calculado es superior al de las otras capas.

Tabla 48. Nivel de significancia y el p-valor según la hipótesis secundario 2.

Descripción	Nivel de significancia	p- valor
Membranil vista 1 capa	0.05	0.045
Membranil vista 2 capas	0.05	0.017
Membranil vista 3 capas	0.05	0.009

Fuente: Propia

Para la selección del número de capas más apropiado en climas de bajas temperaturas se realizó la comparación de las hipótesis con cada capa con respecto al p-valor, esto nos indica a medida que el p valor sea menor que el nivel de significancia el grupo experimental es superior al grupo control, para este caso el min p-valor es de 0.009 y es con 3 capas del aditivo membranil vista.

4.5.3 Contrastación de hipótesis secundario N° 3

La hipótesis planteada, menciona que el curado con aditivos reduce los costos en la etapa de curado del concreto, por lo que haciendo un análisis en la zona se confirma la hipótesis planteada por el investigador y para mayor resalto la tabla 49 muestra los costos del curado de las briquetas en estudio durante 28 días y se aprecia la variación de costos promedio, de ambos métodos.

Tabla 49. Costos del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas.

Método de curado	Descripción del curado	Total	Promedio
Curado artesanal	Curado artesanal	S/420.00	S/420.00
Curado con aditivo	Sikacem 1 capa	S/5.64	S/10.96
	Sikacem 2 capas	S/11.29	
	Sikacem 3 capas	S/16.93	
	Membranil vista 1 capa	S/5.32	
	Membranil vista 2 capas	S/10.64	
	Membranil vista 3 capas	S/15.96	

Fuente: Propia

4.5.4 Contratación de hipótesis general.

La hipótesis general planteada por el investigador fue: El curado con aditivos en bajas temperaturas mejora la resistencia a esfuerzos axiales del concreto en comparación del curado artesanal.

Debido al análisis comparativo en la contratación de las hipótesis secundarias 1 y 2, el curado con aditivos en bajas temperaturas si mejora la resistencia a esfuerzos axiales del concreto en comparación con el curado artesanal.

V.DISCUSIÓN

1.- Discusión secundario N° 1.

Para Valenzuela (2018) en su trabajo de tesis titulado: “Estudio de la resistencia del concreto producido en obra por medio de diferentes métodos de curado” concluye que el curado mediante una poza de agua es superior al curado con aditivos pero ello se da en un clima con temperaturas altas, a diferencia de ello esta investigación tuvo como objetivo maximizar la resistencia al esfuerzo axial de compresión mediante la aplicación de una cantidad de capas del aditivo sikacem en bajas temperaturas sobre la superficie del concreto y analizar con cuantas capas maximiza las resistencias en comparación con el curado artesanal, según los ensayos realizados la sola aplicación del aditivo muestra resultados superiores al curado artesanal en bajas temperaturas.

2.- Discusión secundario N° 2.

Para Aguilar (2019) que realizó su trabajo de tesis titulado “influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional, Trujillo 2019” en donde concluye que en zonas donde la temperatura es alta el curado por inmersión de agua es superior al método de curado con aditivos, sin embargo esta investigación tuvo como objetivo incrementar la resistencia al esfuerzo axial de compresión mediante la aplicación de una cantidad de capas del aditivo membrasil vista sobre la superficie del concreto y analizar con cuantas capas de curado en bajas temperaturas incrementa las resistencias en comparación con el curado artesanal, según los ensayos realizados los resultados con este aditivo son superiores al método artesanal.

3.- Discusión secundario N° 3.

Para Villegas y Corrales (2012) en su trabajo de tesis titulado: “Ventajas de curado del concreto con productos químicos y con agua en la ciudad de Huaraz-2012” concluye que el curado con agua es más económico que el curado con aditivos, mientras que el objetivo de este estudio es reducir los costos del curado artesanal en la etapa de hidratación del concreto mediante la aplicación de aditivos curadores, esto se realizó mediante la evaluación del costo del curado de las briquetas en estudio para tener un costo real de la ejecución de esta etapa en la

producción de concretos.

4.- Discusión general.

Toda la investigación realizada está orientada a mejorar la resistencia a esfuerzos axiales del concreto por medio del curado con aditivos en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal, para ello se utilizó dos aditivos que son el sikacem y el membranil vista, ambos aditivos generan una membrana al cual en toda la investigación se denominó capa para un mejor entendimiento del lector. De todo el estudio realizado el curado artesanal es un método muy deficiente ya que no logra la resistencia de diseño debido a las bajas temperaturas y al ciclo de hielo-deshielo en el distrito de Macusani.

VI.CONCLUSIONES

1.- Conclusión secundario N° 1.

El curado con el aditivo sikacem en bajas temperaturas se evaluó con 1,2 y 3 capas, luego se seleccionó el número capas del aditivo que produjo mayores resistencias que el curado artesanal, teniendo en cuenta que se realizó un diseño de mezcla de 210 kg/cm^2 con agregados comercializados en el distrito, y la evaluación se dio luego de 28 días de fraguado el concreto; lo que se puntualiza a continuación: el curado artesanal en bajas temperaturas logró una resistencia promedio de 187.5 kg/cm^2 el cual representa un 89.3% del diseño establecido, por otro lado el curado con el aditivo sikacem 1 capa logro una resistencia promedio de 201.5 kg/cm^2 y representa un 95.8% de la resistencia de diseño, con dos capas el mismo aditivo logró una resistencia promedio de 213 kg/cm^2 el cual representa un 101.6% de la resistencia de diseño, con tres capas el mismo aditivo logró una resistencia promedio de 212 kg/cm^2 el cual representa un 101% de la resistencia de diseño. De todo lo mencionado el curado con el aditivo sikacem con 2 capas en bajas temperaturas es el más óptimo debido a que logró la mayor diferencia con respecto al curado artesanal.

2.- Conclusión secundario N°2.

La evaluación del aditivo membranil vista se realizó con 1,2 y 3 capas, luego se analizó con cuantas capas del aditivo produce mayores resistencias que el curado artesanal, teniendo en cuenta que se realizó un diseño de mezcla de 210 kg/cm^2 con agregados comercializados en el distrito, y la evaluación se dio luego de 28 días; lo que se menciona a continuación: el curado artesanal en bajas temperaturas logró una resistencia promedio de 187.5 kg/cm^2 el cual representa un 89.3% del diseño establecido, por otro lado el curado con el aditivo membranil vista con 1 capa logro una resistencia promedio de 196.5 kg/cm^2 y representa un 93.45% de la resistencia de diseño, con dos capas el mismo aditivo logró una resistencia promedio de 208 kg/cm^2 el cual representa un 99.15% de la resistencia de diseño, con tres capas el mismo aditivo logró una resistencia promedio de 207 kg/cm^2 el cual representa un 98.45% de la resistencia de diseño. De todo lo mencionado se concluye que el curado con el aditivo membranil vista con 3 capas en bajas temperaturas es el más óptimo debido a que alcanzó las mayores resistencias y

por ende mayor diferencia con respecto al curado artesanal.

3.- Conclusión secundario N° 3.

Entendiéndose que la acción de curado del concreto en climas de bajas temperaturas, como es el caso del distrito de Macusani que está ubicado a más de 4200 m.s.n.m. La conclusión a la que se llegó con el estudio es el siguiente: el curado del concreto con aditivos en bajas temperaturas es mucho más económico que el curado artesanal, esto debido al análisis del costo del curado de las briquetas en el distrito de Macusani, donde el curado artesanal durante 28 días tiene un costo de S/.420.00, mientras que el costo del optimo curado con el aditivo sikacem 2 capas es de S/.11.29 y con el aditivo membranil vista 2 capas es de S/.10.64.

4.- Conclusión general.

Las bajas temperaturas son perjudiciales en la producción de concreto debido a que alteran el normal desarrollo de las reacciones químicas que se producen en la hidratación del cemento durante los 28 días, esto se ve reflejado en la aplicación del curado artesanal que se expone al ciclo de hielo y deshielo del distrito de Macusani.

El desarrollo de este trabajo demuestra que el curado con aditivos es una mejor opción ya que el curado con el aditivo sikacem con 2 capas alcanzó la mayor resistencia como se detalló en la conclusión específica 1 y también es mucho más económica que el curado artesanal, por otro lado, el aditivo membranil vista también mejora las resistencias alcanzadas con el curado artesanal como se detalló en la conclusión específica 2.

VII.RECOMENDACIONES

Los concretos producidos en bajas temperaturas donde se tiene el riesgo del ciclo de hielo y deshielo del agua es recomendable usar el aditivo sikacem con la aplicación de dos capas ya que mejoran considerablemente las resistencias alcanzadas con el curado artesanal, esto de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación.

Se recomienda prestar mayor importancia al proceso de curado ya que debido a ello puedes reducir costos y producir concretos con mayores resistencias y más durables.

Se recomienda no realizar el curado artesanal por aspersión de agua en bajas temperaturas debido a que no logra la resistencia de diseño.

REFERENCIAS

Trabajos de titulación.

AGUILAR Moscoso, José Enrique. Influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional. Tesis (Título en ingeniería civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2019.

Disponible en: <https://bit.ly/3LpXP47>

AMACIFUEN Figueredo, Rodney Walter. Curado y protección de concretos colocados en climas fríos. Tesis (Título en ingeniería civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.

Disponible en: <https://bit.ly/3NeK9KR>

ESPINOZA Hijazin, Gastón Jalil. Efecto del curado interno en hormigones y su aplicación como método complementario al curado tradicional en obra del hormigón. Tesis (Magister en ciencias de la ingeniería). Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2010.

Disponible en: <https://bit.ly/3L5PGBx>

MANOBAMDA Laica, Carlos David. El curado del hormigón y su incidencia en las propiedades mecánicas finales. Tesis (Título de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2013.

Disponible en: <https://bit.ly/3IG55XO>

ORTIZ Hinojosa, Fiorella Karen. Comparación entre el curado convencional de concreto y curado con antisol en la resistencia del concreto. Tesis (Título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2020.

Disponible en: <https://bit.ly/3D6XTm9>

VALENZUELA Noa, Luis Alfredo. Estudio de la variación de la resistencia del concreto en obra aplicando diferentes métodos de curado, Lima 2018. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://bit.ly/3JCzpn9>

VILLAFUERTE Salas, Hugo Enrique. Curado y protección del concreto en climas fríos para evaluar el desempeño mecánico del pavimento rígido en la Carretera Oyon-Ambo 2019. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019.

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

VILLEGAS Zamora, Víctor Raúl y CORRALES Picardo, Miguel Ronald. Ventajas comparativas del curado de concreto con agua vs curado de concreto con productos químicos en la ciudad de Huaraz-2012. Tesis (Título de ingeniero civil). Huaraz: Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", 2012.

Disponible en: <https://bit.ly/3isGZ8b>.

YE, Dan. Early-age concrete temperature and moisture relative to curing effectiveness and projected effects on selected aspects of slab behavior. Tesis (Doctor en Filosofía de ingeniería civil). Texas: Texas A&M University, 2007.

Disponible en: <https://bit.ly/3uhcxm1>

Libros.

ARAGÓN Masís, Sergio. Manual de elaboración de concreto en obra [en línea]. 2.a ed. Costa rica: Instituto costarricense del cemento y del concreto, 2006 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

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

BORJA Suárez, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Chiclayo: [s.n.], 2016 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3quTTa4>

BUNGE, Mario. La investigación científica [en línea]. [Barcelona]: Ariel, 2008 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

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

CORTÉS Cortés, Manuel E. e IGLESIAS León, Miriam. Generalidades sobre metodología de la investigación [en línea]. México: Universidad Autónoma del Carmen, 2004. [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

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

MEJÍA Mejía, Elías. Técnicas e instrumentos de investigación [en línea]. Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005. [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

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

ISBN: 9972-834-08-05

ÑAUPAS Paitán, Humberto *et al.* Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis [en línea]. 5.a ed. Bogotá: Ediciones de la U., 2018 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/36Lg2dj>

ISBN: 9789587628760.

PASQUEL Carbajal, Enrique. Tópicos de tecnología del concreto en el Perú [en línea]. 2.a ed. Lima: [s.n.], 1998 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

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

SUPO, José. Seminarios de la Investigación científica [en línea]. Arequipa: Bioestadístico EIRL., 2014 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/37LBq2o>

ISBN: 1503094979.

CALDUCH Cervera, Rafael. Métodos y técnicas de investigación internacional [en línea]. 2.a. ed. Madrid: Universidad Complutense de Madrid., 2014 [fecha de consulta: 20 de junio del 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/2RDrHxG>

SANCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanista [en línea]. Perú: Universidad Ricardo Palma, 2018. [fecha de consulta: 20 de junio del 2022].
Disponibile en: <https://bit.ly/3yg67HG>

Artículos.

NAHATA, Yash, KHOLIA, Nirav y TANK, T.G. Effect of Curing Methods on Efficiency of Curing of Cement Mortar. Department of Civil Engineering Pandit Deendayal Petroleum University [en línea]. 2014, [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].
Disponibile en <https://bit.ly/3DaML7N>

SUP Park, Jong *et al.* Early-Age Strength of Ultra-High Performance Concrete in Korea. Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology [en línea]. Agosto 2015. [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].
Disponibile en <https://bit.ly/3wwqSyw>
ISSN: 1996-1944.

Revista.

REVISTA Curado de concreto [en línea]. Colombia: Sika, 2012 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].
Disponibile en <https://bit.ly/3qyA6qr>.
ISSN: 0122-0594

Blog.

CONCRETOS en climas fríos [Mensaje en un blog]. [Lima]: Damiani C., (24 de mayo de 2011). [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].
Recuperado de: <https://bit.ly/3iCYC4Y>

CICLOS de hielo y deshielo en el concreto [Mensaje en un blog]. [Lima]: Fernández, Javier. (12 de enero del 2015). [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

Recuperado de: <https://bit.ly/3uy6VVI>

CONFIABILIDAD y validez de instrumentos de investigación [Mensaje en un blog]. [Lima]: Marroquín Peña, Roberto. (31 de enero del 2013). [Fecha de consulta: 16 de marzo del 2022].

Recuperado de: <https://bit.ly/36LVYHQ>

Boletines.

CURADO del concreto en el lugar [en línea]. EE.UU.: NRMCA, 2018 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/37pxvbl>.

CICLOS Hielo-deshielo del hormigón [en línea]. España: Krystaline waterproof concrete, 2019 [fecha de consulta: 16 de marzo del 2022].

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

CURADO del concreto [en línea]. Colombia: Ingeniería y construcción, 2019 [fecha de consulta: 16 de marzo del 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3qy3X27>.

LABORATORIO de suelos, concretos, asfalto y ensayos químicos [en línea]. Perú: Geocons, [2019] [fecha de consulta: 16 de marzo del 2022].

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

PRUEBA de resistencia a la compresión del concreto [en línea]. EE.UU.: NRMCA, 2008 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3wamiG5>.

RESISTENCIA a la compresión del concreto [en línea]. [Lima]: Cemex, 2019[fecha de consulta:16 de marzo del 2022].

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

SIKACEM curador [en línea]. Lima: Sika, 2021 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

Disponible en <https://bit.ly/3wuT599>.

CURADOR Membranil vista [en línea]. [Lima]: Chema, 2017 [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

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

TEMPERATURA promedio en Macusani [en línea]. [EE.UU.]: Weather Spark, 2022 [fecha de consulta:16 de marzo del 2022].

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

TEMPERATURAS Bajas en Macusani [en línea]. Macusani: Radio Altura, 2019 [fecha de consulta:16 de marzo del 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3Nr2mVE>

QUIMICA del cemento [en línea]. Uruguay: ANCAP, 2007 [fecha de consulta:20 de mayo del 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3PFx3HC>

Diarios.

CHOQUETOCRO, Juan. Macusani amaneció cubierta de nieve [en línea]. Diariocorreo.PE. 03 de abril del 2021. [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3IHSHX3>

GUARDIOLA, Carolina. ¿Por qué el agua congelada ocupa más espacio que el agua líquida? [en línea]. Elpais.com. 06 de abril del 2021. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3G9F2Zj>

Normas.

INSTITUTO Nacional de calidad (Perú). NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima: 2015.

Disponible en: <https://bit.ly/3tBi3S5>.

INSTITUTO americano del concreto (EE.UU.). ACI 306R-16: Cold weather concreting. [Farmington Hills]: 2016.

Disponible en: <https://bit.ly/36qYFP4>

ORGANIZACIÓN Internacional de estándares (EE.UU.). ASTM C39: Resistencia a la compresión de cilindros de concreto. [Pensilvania]: 2001.

Disponible en: <https://bit.ly/3tU7HNe>

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. Curado con aditivo en bajas temperaturas	Para Pasquel (1998, p. 124) el curado con aditivos es la adición de una membrana en la superficie del concreto para evitar la pérdida del agua de la mezcla.	El curado con aditivo en bajas temperaturas es cubrir al concreto con una capa protectora que se aplica en la superficie del concreto y de esa manera evitar el congelamiento del agua.	SikaCem Curador	Especificaciones	Nominal
			Super Curador Chema	Especificaciones	Nominal
			Capas de curado	Cantidad	Razón
			Temperatura ambiente	Grados Celsius (°C)	Intervalo
V.D. Resistencia a esfuerzos axiales del concreto	Según Cemex (2019, párr. 1) es la capacidad de soportar cargas que comprimen al concreto.	Es la resistencia del concreto que será empleado en una estructura donde soportará las cargas de diseño.	Esfuerzo	Compresión (kg/cm ²)	Razón.

Anexo 02: Matriz de consistencia.

“Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas”

Autor: José Luis Barrantes Calderón

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Como el curado con aditivos en bajas temperaturas mejoraría la resistencia a esfuerzos axiales del concreto en comparación del curado artesanal?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Mejorar la resistencia a esfuerzos axiales del concreto por medio del curado con aditivos en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El curado con aditivos en bajas temperaturas mejora la resistencia a esfuerzos axiales del concreto en comparación del curado artesanal.</p>	<p>VI:</p> <p>Curado con aditivo en bajas temperaturas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sikacem Curador Curador membranal vista Capas de curado Temperatura ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> Especificaciones Especificaciones Cantidad Grados Celsius (°C) 	<p>• MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico Hipotético deductivo</p> <p>• DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental $Ge1 (A): Y1 \Rightarrow X1 \Rightarrow Y2$ $Ge2 (A): Y3 \Rightarrow X2 \Rightarrow Y4$ Ge1 Grupo para realizar el experimento. Ge2 Grupo de control para realizar las comparaciones.</p> <p>• TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>• NIVEL DE INVESTIGACIÓN Explicativo</p> <p>• POBLACIÓN Concretos curados en bajas temperaturas</p> <p>• MUESTRA Concretos con curado normal y con aditivos</p> <p>• TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS: Fuentes primarias: Ensayos Fuentes secundarias: Evaluación comparativa</p> <p>• TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: Software</p>
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1</p> <p>¿Cuál es la cantidad de capas del aditivo sikacem curador en bajas temperaturas que maximizaría las resistencias axiales del concreto en comparación del curado artesanal?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1</p> <p>Maximizar las resistencias axiales del concreto mediante una cantidad de capas del aditivo sikacem curador en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal.</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº1</p> <p>El aditivo sikacem curador en bajas temperaturas maximiza las resistencias axiales del concreto mediante una cantidad de capas en comparación del curado artesanal.</p>				
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2</p> <p>¿Cuál es la cantidad de capas del aditivo curador membranal vista en bajas temperaturas que incrementaría las resistencias axiales del concreto en comparación del curado artesanal?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2</p> <p>Incrementar las resistencias axiales del concreto a través de una cantidad de capas del aditivo curador membranal vista en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº2</p> <p>El aditivo curador membranal vista en bajas temperaturas incrementa las resistencias axiales del concreto a través de una cantidad de capas en comparación del curado artesanal.</p>				
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3</p> <p>¿Cómo el curado del concreto con aditivos en bajas temperaturas reduce los costos en comparación del curado artesanal?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3</p> <p>Reducir los costos por medio del curado del concreto con aditivos en bajas temperaturas en comparación del curado artesanal.</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº3</p> <p>El curado con aditivos en bajas temperaturas reduce los costos en comparación del curado artesanal.</p>	<p>VD:</p> <p>Resistencia a esfuerzos axiales del concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> Esfuerzo 	<ul style="list-style-type: none"> Compresión (Kg/cm²) 	

Anexo 03: Validez del experto N°1.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



Tarma, 14 de Abril del 2022

Señor: *ING. WILLIAM MIGUEL BERTO RIVAS GÓMEZ*

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y, asimismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, requiero validar los instrumentos con los que recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación. El título de la investigación es: "Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas" y siendo imprescindible de contar con la aprobación de los docentes especializados para poder aplicar los instrumentos de medición, he considerado por conveniente en recurrir a Ud. Ante su connotada experiencia en temas de ingeniería civil y la producción del concreto.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Cuestionario de validez de instrumentos
- Formato de constancia de Validación.

Expresando mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por su atención a la presente.

Atentamente.

.....
José Luis Barrantes Calderón
DNI N°: 71897087

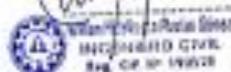
CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producido del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas.	
INVESTIGADOR	Bach. José Luis Barrantes Calderón	
EXPERTO	ING. WILLIAM MIGUEL RIVERA GÓMEZ	
	Profesión: <u>INGENIERO CIVIL</u>	Colegiatura: <u>140525</u>

Ítem	Indicadores	1	2	3	4	5
1	¿De acuerdo a su experiencia el no realizar el diseño de mezclas con agregados comercializados en la zona puede traer problemas a largo plazo?				X	
2	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el curado del concreto es fundamental para lograr la resistencia de diseño?					X
3	¿Según su experiencia el ensayo de cono de Abrams es determinante para el proceso constructivo de bloques de concreto?					X
4	¿De acuerdo a su experiencia el ciclo de hielo y deshielo en el proceso del curado del concreto afecta en la resistencia final del mismo?					X
5	¿Según su experiencia cree usted que las bajas temperaturas es un problema en el curado del concreto?			X		
6	¿Según sus conocimientos el curado por aspersión de agua o curado artesanal en bajas temperaturas contribuye a bajas resistencias del concreto?					X
7	¿De acuerdo a su experiencia el ensayo para determinar el esfuerzo axial de compresión del concreto determina su aplicabilidad?		X			
8	¿De acuerdo a su experiencia el curado con aditivos en bajas temperaturas ayuda a lograr mayores resistencias?			X		
9	¿Cree usted que aumentando las capas del aditivo curador en zonas donde la temperatura promedio es 5°C aumenta la resistencia del concreto?					X
10	¿Los instrumentos de recolección de datos contribuyen al cumplimiento de los objetivos planteados?					X
PUNTAJE TOTAL						45

1=Muy deficiente; 2=Deficiente; 3=Aceptado; 4=Buena; 5= Excelente.





Firma del experto

Fecha: 15 de Abril del 2022

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, ING. WILLIAM NIBOLBERTO RIVAS GÓMEZ CIP N° 190525 como profesional en ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

"Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas"

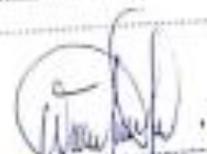
Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		1	2	3
CRITERIOS		O	R	B
INDICADORES				
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X
COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en las variables y sus dimensiones.			X
CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden.		X	
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables.			X
OBJETIVIDAD	Los ítems miden comportamientos y acciones observables.			X
CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos técnicos de las variables.		X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a las dimensiones e indicadores.			X
CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible.			X
FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos.		X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.			X
CÓNTEO INDIVIDUAL			6	21
CÓNTEO TOTAL			27	

Coefficiente de validez = $\frac{\text{CÓNTEO TOTAL}}{30}$

Observación:

Juliaca 05 de Julio de 2022




 WILLIAM NIBOLBERTO RIVAS GÓMEZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 190525

Firma del experto

Anexo 04: Validez del experto N°2.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



Johana, 19 de Abril del 2022

Señor: *ING. ALFREDO ALARCÓN ATAHUACSI*

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y, asimismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, requiero validar los instrumentos con los que recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación. El título de la investigación es: "Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas" y siendo imprescindible de contar con la aprobación de los docentes especializados para poder aplicar los instrumentos de medición, he considerado por conveniente en recurrir a Ud. Ante su connotada experiencia en temas de ingeniería civil y la producción del concreto.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Cuestionario de validez de instrumentos
- Formato de constancia de Validación.

Expresando mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por su atención a la presente.

Atentamente.

.....
José Luis Barrantes Calderón
DNI N°: 71897087

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producido del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas	
INVESTIGADOR	Bach. José Luis Barrantes Calderón	
EXPERTO	ING. ALFREDO ALARCON ATENCION	
	Profesión: Ingeniero civil	Colegiatura: 81232

Ítem	Indicadores	1	2	3	4	5
1	¿De acuerdo a su experiencia el no realizar el diseño de mezclas con agregados comercializados en la zona puede traer problemas a largo plazo?					X
2	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el curado del concreto es fundamental para lograr la resistencia de diseño?				X	
3	¿Según su experiencia el ensayo de cono de Abrams es determinante para el proceso constructivo de bloques de concreto?				X	
4	¿De acuerdo a su experiencia el ciclo de hielo y deshielo en el proceso del curado del concreto afecta en la resistencia final del mismo?					X
5	¿Según su experiencia cree usted que las bajas temperaturas es un problema en el curado del concreto?					X
6	¿Según sus conocimientos el curado por aspersión de agua o curado artesanal en bajas temperaturas contribuye a bajas resistencias del concreto?				X	
7	¿De acuerdo a su experiencia el ensayo para determinar el esfuerzo axial de compresión del concreto determina su aplicabilidad?				X	
8	¿De acuerdo a su experiencia el curado con aditivos en bajas temperaturas ayuda a lograr mayores resistencias?				X	
9	¿Cree usted que aumentando las capas del aditivo curador en zonas donde la temperatura promedio es 5°C aumente la resistencia del concreto?				X	
10	¿Los instrumentos de recolección de datos contribuyen al cumplimiento de los objetivos planteados?					X
PUNTAJE TOTAL						44

1= Muy deficiente, 2= Deficiente, 3= Aceptado, 4= Buena, 5= Excelente

Julio 15 de Abril del 2022

GERENTE GENERAL
 ALFREDO ALARCON ATENCION

ALFREDO ALARCON ATENCION
 Ingeniero Civil
 Reg. Colegiatura

Firma del experto

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, ING. ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI CIP N° 81.732, como profesional en ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

"Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas"

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		1	2	3
CRITERIOS	INDICADORES	D	A	B
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X
COHERENCIA	Los ítems responden a lo se debe medir en las variables y sus dimensiones.			X
CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden		X	
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables			X
OBJETIVIDAD	Los ítems miden comportamientos y acciones observables.			X
CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos técnicos de las variables.			X
ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a las dimensiones o indicadores			X
CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible.			X
FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos.		X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.		X	
CÓTEO INDIVIDUAL			6	21
CÓTEO TOTAL			27	

Coefficiente de validez = Coteo total / 30

Observación.....

Juzca 15 de Abril de 2022

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería Geotécnica y Geología Ambiental

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

Firma del experto

Anexo 05: Validez del experto N°3.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



Jubata, 14 de Abril del 2022

Señor: ING. HECTOR MULLISACA HUMPIRI

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y, asimismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, requiero validar los instrumentos con los que recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación. El título de la investigación es: "Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas" y siendo imprescindible de contar con la aprobación de los docentes especializados para poder aplicar los instrumentos de medición, he considerado por conveniente en recurrir a Ud. Ante su connotada experiencia en temas de ingeniería civil y la producción del concreto.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Cuestionario de validez de instrumentos
- Formato de constancia de Validación.

Expresando mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por su atención a la presente.

Atentamente.

.....
José Luis Barrantes Calderón
DNI N°: 71897087

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas.	
INVESTIGADOR	Bach. José Luis Barrantes Calderón	
EXPERTO	ING. HÉCTOR MULLISACA HUMPIRI	
	Profesión: INGENIERO CIVIL	Colegiatura: 157526

Items	Indicadores	1	2	3	4	5
1	¿De acuerdo a su experiencia el no realizar el diseño de mezclas con agregados comercializados en la zona puede traer problemas a largo plazo?				X	
2	¿De acuerdo a su experiencia cree usted que el curado del concreto es fundamental para lograr la resistencia de diseño?				X	
3	¿Según su experiencia el ensayo de cono de Abrams es determinante para el proceso constructivo de bloques de concreto?					X
4	¿De acuerdo a su experiencia el ciclo de hielo y deshielo en el proceso del curado del concreto afecta en la resistencia final del mismo?			X		
5	¿Según su experiencia cree usted que las bajas temperaturas es un problema en el curado del concreto?				X	
6	¿Según sus conocimientos el curado por aspersión de agua o curado artesanal en bajas temperaturas contribuye a bajas resistencias del concreto?			X		
7	¿De acuerdo a su experiencia el ensayo para determinar el esfuerzo axial de compresión del concreto determina su aplicabilidad?				X	
8	¿De acuerdo a su experiencia el curado con aditivos en bajas temperaturas ayuda a lograr mayores resistencias?			X		
9	¿Cree usted que aumentando las capas del aditivo curador en zonas donde la temperatura promedio es 5°C aumente la resistencia del concreto?				X	
10	¿Los instrumentos de recolección de datos contribuyen al cumplimiento de los objetivos planteados?				X	
PUNTAJE TOTAL					38	

1=Muy deficiente; 2=Deficiente; 3=Aceptado; 4=Buena; 5=Excelente.



HÉCTOR MULLISACA HUMPIRI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 157526

Jirón 15 de Abril del 2022

Firma del experto

FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, ING. HECTOR MOLLISACA HUMPIRI CIP N° 157526 como profesional en ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

"Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas"

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

ASPECTOS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		1	2	3
CRITERIOS	INDICADORES	D	R	B
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X	
CONERENCIA	Los ítems responden a lo se debe medir en las variables y sus dimensiones.			X
CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que miden.			X
SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir las variables.		X	
OBJETIVIDAD	Los ítems miden comportamientos y acciones observables.			X
CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de las variables.			X
ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a las dimensiones e indicadores.			X
CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible.			X
FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos.			X
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones, consignas, opciones de respuesta bien definidas.			X
CONTEO INDIVIDUAL			4	24
CONTEO TOTAL			28	

Coefficiente de validez = Conteo total / 30

Observación:

Julaca 15 de Abril de 2022



HECTOR MOLLISACA HUMPIRI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 157526

Firma del experto

Anexo 06: Certificado de los ensayos del agregado.

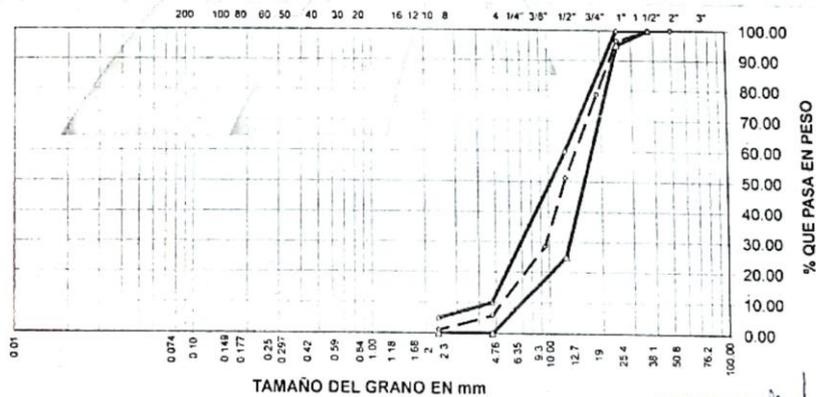


PROYECTO : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
 CANTERA : RIO MACUSANI TESISTA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO UBICACIÓN : MACUSANI
 FECHA : 10/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)

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 : 4088 gr
2"	50.000				100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	147.00	3.60	3.60	96.40	95 - 100	
3/4"	19.000	728.00	17.81	21.41	78.59		Módulo de fineza : 7.861
1/2"	12.500	1,122.00	27.45	48.86	51.14	25 - 60	Peso específico : 2.585 g/cm ³
3/8"	9.500	929.00	22.73	71.59	28.41		Peso Unit. Suelto : 1.598 tn/m ³
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.669 tn/m ³
No 04	4.750	925.00	22.63	94.22	5.78	0 - 10	Humedad Natural : 3.520 %
No 08	2.360	192.00	4.70	98.92	1.08	0 - 5	Absorción : 1.853 %
No 16	1.180	0.00	0.00	98.92	1.08		
No 30	0.600	0.00	0.00	98.92	1.08		
No 50	0.300	0.00	0.00	98.92	1.08		
No 100	0.150	0.00	0.00	98.92	1.08		
No 200	0.075	0.00	0.00	98.92	1.08		
<No 200		45.00	1.08	100.00			
TOTAL		4,088.00	100.00	786.1			

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Departamento de Pavimentos, Asfalto y Construcción

ALFREDO ALARCON TIAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 01732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

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



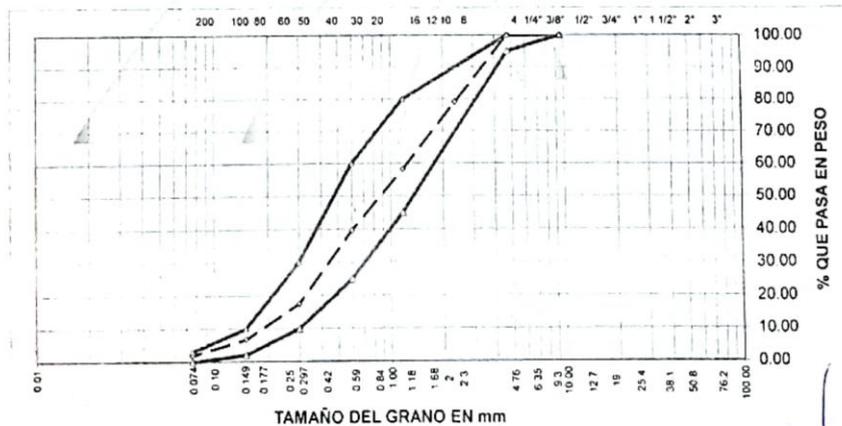
PROYECTO : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS

CANTERA : RIO MACUSANI TESISISTA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON
 MUESTRA : AGREGADO FINO ZARANDEADO
 UBICACIÓN : MACUSANI FECHA : 10/05/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

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 : 3914 gr
2"	50 000						
1 1/2"	37 500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25 000						
3/4"	19 000						Modulo de fineza : 2 992
1/2"	12 500						Peso especifico : 2 595 g/cm ³
3/8"	9 500				100 00	100 00	Peso Unit. Suelto : 1 677 tn/m ³
1/4"	6 300						Peso Unit. Varillado : 1 708 tn/m ³
No 04	4 750	0 00	0 00	0 00	100 00	95 - 100	Humedad Natural : 3 920 %
No 08	2 360	824 00	21 05	21 05	78 95		Absorción : 2 320 %
No 16	1 180	816 00	20 85	41 90	58 10	45 - 80	
No 30	0 600	726 00	18 55	60 45	39 55	25 - 60	
No 50	0 300	862 00	22 02	82 47	17 53	10 - 30	
No 100	0 150	426 00	10 88	93 35	6 65	2 - 10	
No 200	0 075	167 00	4 28	98 13	1 87	0 - 3	
<No 200		73 00	1 87	100 00			
TOTAL		3 914 00	100 00	299 2			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Investigación, Estudios y Construcción

ALFREDO ALARCON ATANUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. Cel. 01732

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



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

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



PROYECTO : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
CANTERA : RIO MACUSANI TESISISTA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO
UBICACIÓN : MACUSANI FECHA : 10/05/2022

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	681 0	756 0	804 0
B	Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	418 0	464	492
C	Volumen de masa + volumen de vacíos	cm ³	263 0	292.0	312 0
D	Peso material seco	g	670 0	742 0	788 0
E	Volumen de masa	cm ³	252 0	278 0	296 0
F	Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm ³	2 548	2 541	2 526
G	Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm ³	2 589	2 589	2 577
H	Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm ³	2 659	2 669	2 662
I	Absorción	%	1 64	1 89	2 03

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 ₂ O	g	1298 0	1298 0	1299 0
C	Peso frasco + H ₂ O + (A)	g	1798 0	1798 0	1799 0
D	Peso material + H ₂ O en el frasco	g	1605	1606	1606
E	Volumen de masa + volumen de vacíos	cm ³	193 0	192 0	193 0
F	Peso material seco	g	489 0	488 0	489 0
G	Volumen de masa	cm ³	182 0	180 0	182 0
H	Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm ³	2 534	2 542	2 534
I	Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm ³	2 591	2 604	2 591
J	Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm ³	2 687	2 711	2 687
K	Absorción	%	2 25	2 46	2 25

Observación

GEOTECNIA TUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras, Calidad y Construcción

ALFREDO ALARCON AKAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

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



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

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



PROYECTO : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
CANTERA : RIO MACUSANI TESISISTA: JOSE LUIS BARRANTES CALDERON
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO
UBICACIÓN : MACUSANI FECHA: 10/05/2022

PESOS UNITARIOS

(ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9.354.0	9.342.0	9.340.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3328.0	3316.0	3314.0
D. Volumen del molde	cm ³	2.077.3	2.077.3	2.077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.602	1.596	1.595
F. Promedio	g/cm ³	1.598		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9.496.0	9.488.0	9.492.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3470.0	3462.0	3466.0
D. Volumen del molde	cm ³	2.077.3	2.077.3	2.077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1.670	1.667	1.669
F. Promedio	g/cm ³	1.669		

AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	10.124.0	10.095.0	10.154.0
B. Peso del molde	g	6547.0	6547.0	6547.0
C. Peso del material	g	3577.0	3548.0	3607.0
D. Volumen del molde	cm ³	2.132.7	2.132.7	2.132.7
E. Peso unitario	g/cm ³	1.677	1.664	1.691
F. Promedio	g/cm ³	1.677		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	10.184.0	10.176.0	10.206.0
B. Peso del molde	g	6547.0	6547.0	6547.0
C. Peso del material	g	3637.0	3629.0	3659.0
D. Volumen del molde	cm ³	2.132.7	2.132.7	2.132.7
E. Peso unitario	g/cm ³	1.705	1.702	1.716
F. Promedio	g/cm ³	1.708		

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Registada de Comercio, Industria y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUAC
INGENIERO

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



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

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



PROYECTO : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
CANTERA : RIO MACUSANI TESISTA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO
UBICACIÓN : MACUSANI FECHA : 10/05/2022

DESGASTE DE ABRASION ASTM C131 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (GRAMOS)	MASA FINAL (GRAMOS)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,251.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,250.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,252.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,253.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,006.0	3,626.00	1,380.00	27.57%

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Fundaciones, Geotecnia, Calidad y Construcción
ALFREDO ALVARO CATAHUACH
INGENIERO CIVIL
R.D. CUI 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

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



PROYECTO : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
CANTERA : RIO MACUSANI TESISISTA: JOSE LUIS BARRANTES CALDERON
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO
UBICACIÓN : MACUSANI FECHA: 10/05/2022

ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)

Nº	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE INMERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2 00 pm	10/05/22	11/05/22	18	8 00 am	10 00 am	0	1.29	29
2	2 00 pm	11/05/22	12/05/22	18	8 00 am	10 00 am	1	1.29	28
3	2 00 pm	12/05/22	13/05/22	18	8 00 am	10 00 am	2	1.30	29
4	2 00 pm	13/05/22	14/05/22	18	8 00 am	10 00 am	3	1.30	28
5	2 00 pm	14/05/22	15/05/22	18	8.00 am	10 00 am	4	1.30	28
6	2 00 pm	15/05/22	16/05/22	18	8 00 am	10 00 am	5	1.29	28

AGREGADO GRUESO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO ₄ . Mg (5 CICLOS)						
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"	36.80	1200.00	7.62	2.80	
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	39.60	1100.00	8.26	3.27	
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº 4	23.60	900.00	9.78	2.31	
TOTALES		100.00			8.38	

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Construcción, Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON TATAHUACI
INGENIERO CIVIL
Reg. Cif. 87232

Anexo 07: Certificado de diseño de mezcla de concreto.



PROYECTO : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODU DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
CANTERA : RIO MACUSANI **TESISTA:** JOSE LUIS BARRANTES CALDERON
MUESTRA : CONCRETO
UBICACIÓN : MACUSANI **FECHA:** 10/05/2022

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

CARACTERISTICAS DEL CEMENTO:

CEMENTO RUMI TIPO IP
 Peso Especifico : 2.90 Tn/m³
 Peso de Material Suelto : 1.50 Tn/m³

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m ³	1.708	1.669
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m ³	1.677	1.598
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.595	2.585
Contenido de Humedad	%	3.92%	3.52%
Porcentaje de Absorción	%	2.320%	1.853%
Módulo de Fineza		2.9922	7.8614
Tamaño Máximo	pulg.	--	3/4"

DATOS DE DISEÑO

Clima : Frio
 Slump : 3" a 4"
 Agua /m³ : 205.00
 Contenido de Aire : 2%
 Relación agua - cemento teóric : 0.684
 Factor de Seguridad : 1.35
 Relación agua - cemento : 0.507
 Factor de Cemento : 404.61 Kg/m³ 9.52 Bls/M³
 % Agregado Grueso : 55%
 % Agregado Fino : 45%

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Construcción, Estudios Geotécnicos y Construcción

ALFREDO ALFONSO ATAHUACSA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 91732

1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m³ DE CONCRETO:

Cemento	404.61	/	2.90	=	0.1395
Agua	205.00	/	1000	=	0.2050
Aire	2	/	100	=	0.0200
Agregado Grueso	55%	x	0.6355	=	0.3495
Agregado Fino	45%	x	0.6355	=	0.2860
					<u>1.0000</u>



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

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



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

Cemento				=	404.6	kg/m ³
Agregado Grueso	0.3495	x	2.585	=	903.5	kg/m ³
Agregado Fino	0.2860	x	2.60	=	742.3	kg/m ³
Agua Diseño				=	205.0	Lts/m ³
					<u>2255.4</u>	Kg/m ³

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	1.83-3.14/100	x	903.5	=	15.058	Lts	
Agregado Fino	4.82-4.41/100	x	742.3	=	11.877	Lts	
Agua Efectiva	205.0	+	11.88	15.06	=	178.07	Lts

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³ DE CONCRETO:

Cemento				=	404.60	kg/m ³
Agregado Grueso	903.5	+	15.06	=	918.56	kg/m ³
Agregado Fino	742.3	+	11.88	=	754.18	kg/m ³
Agua				=	178.07	Lts/m ³
					<u>2255.40</u>	Kg/m ³

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	:	404.60	/	404.60	=	1
Agregado Grueso	:	918.56	/	404.60	=	2.270
Agregado Fino	:	754.18	/	404.60	=	1.864
Agua	:	178.07	/	404.60	=	0.440

6. PESO DE MATERIALES POR SACO:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	2.270	x	42.5	=	96.48	kg/saco
Agregado Fino	:	1.864	x	42.5	=	79.22	kg/saco
Agua	:	0.440	x	42.5	=	18.70	Lts/saco

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	:	404.6	/	1.5000	=	0.2697
Agregado Grueso	:	918.6	/	1.5979	=	0.5749
Agregado Fino	:	754.2	/	1.6774	=	0.4496
Agua efectiva	:	178.1	/	1.000	=	0.1781

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.2697	/	0.2697	=	1.00	pie ³
Agregado Grueso	:	0.5749	/	0.2697	=	2.13	pie ³
Agregado Fino	:	0.4496	/	0.2697	=	1.67	pie ³
Agua efectiva	:	178.07	/	9.5200	=	18.70	Lt

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporción	1.00	2.13	1.67	18.70

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Construcción, Control de Calidad y Construcción
ALFREDO ALARCON TIAHUACAN
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O.T. 81732

Anexo 08: Certificado de prueba de resistencia.



OBRA : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
 MUESTRA : CONCRETO
 TESIS TA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON

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

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

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Curado artesanal	210	14/05/22	21/05/22	7	176	21580	123	58.4%
2	Curado artesanal	210	14/05/22	21/05/22	7	176	22810	130	61.7%
3	Curado con Sikacem curador 1 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	23120	131	62.6%
4	Curado con Sikacem curador 1 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	23690	135	64.1%
5	Curado con Sikacem curador 2 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	28420	161	76.9%
6	Curado con Sikacem curador 2 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	28630	163	77.5%
7	Curado con Sikacem curador 3 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	26410	150	71.5%
8	Curado con Sikacem curador 3 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	27370	156	74.1%
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								

OBSERVACIONES

Resistencia a los 07 dias Minimo 68%
 Resistencia a los 14 dias Minimo 85%
 Resistencia a los 28 dias Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniero de Pavimentos, Bases, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 81732

OBRA : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
 MUESTRA : CONCRETO
 TESISTA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON

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

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Curado con Curador membrani vista 1 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	21710	123	58.7%
2	Curado con Curador membrani vista 1 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	22030	125	59.6%
3	Curado con Curador membrani vista 2 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	27360	155	74.0%
4	Curado con Curador membrani vista 2 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	27760	158	75.1%
5	Curado con Curador membrani vista 3 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	25570	145	69.2%
6	Curado con Curador membrani vista 3 capa	210	14/05/22	21/05/22	7	176	25710	146	69.6%
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								

OBSERVACIONES

Resistencia a los 07 dias Minimo 68%

Resistencia a los 14 dias Minimo 86%

Resistencia a los 28 dias Minimo 100%


GEOTECNIA PUNO EURL.
Ingeniería de Pavimentos, Bases y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

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



OBRA : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS

MUESTRA : CONCRETO TECN. RESPONS. PERSONAL LABORATORIO

TESISTA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON ING. RESPONS. ALFREDO ALARCON A

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Curado artesanal	210	15/05/22	29/05/22	14	176	27470	156	74.3%
2	Curado artesanal	210	15/05/22	29/05/22	14	176	28290	161	76.5%
3	Curado con Sikacem curador 1 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	28070	159	75.9%
4	Curado con Sikacem curador 1 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	27620	157	74.7%
5	Curado con Sikacem curador 2 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	32620	185	88.3%
6	Curado con Sikacem curador 2 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	32940	187	89.1%
7	Curado con Sikacem curador 3 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	31780	181	86.0%
8	Curado con Sikacem curador 3 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	31230	177	84.5%
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								

OBSERVACIONES

Resistencia a los 07 dias Minimo 68%

Resistencia a los 14 dias Minimo 86%

Resistencia a los 28 dias Minimo 100%

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Proyectos Consultoría y Calibración

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

OBRA : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
 MUESTRA : CONCRETO
 TESISITA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON

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

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Curado con Curador membranal vista 1 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	28420	161	76.9%
2	Curado con Curador membranal vista 1 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	28460	162	77.0%
3	Curado con Curador membranal vista 2 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	32720	186	88.5%
4	Curado con Curador membranal vista 2 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	32890	187	89.0%
5	Curado con Curador membranal vista 3 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	31860	181	86.2%
6	Curado con Curador membranal vista 3 capa	210	15/05/22	29/05/22	14	176	32120	183	86.9%
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								

OBSERVACIONES

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


GEOTECNIA PUNO SRL.
Ingeniería de Pavimentos, Asfalto, Geotecnia y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81702



OBRA : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
 MUESTRA : CONCRETO TECN. RESPONS PERSONAL LABORATORIO
 TESISITA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON ING RESPONS ALFREDO ALARCON A

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

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm ²)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm ²)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm ²)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Curado artesanal	210	16/05/22	13/06/22	28	176	33450	190	90.5%
2	Curado artesanal	210	16/05/22	13/06/22	28	176	32550	185	88.1%
3	Curado con Sikacem curador 1 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	35120	200	95.0%
4	Curado con Sikacem curador 1 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	35720	203	96.6%
5	Curado con Sikacem curador 2 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	37740	214	102.1%
6	Curado con Sikacem curador 2 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	37380	212	101.1%
7	Curado con Sikacem curador 3 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	37850	215	102.4%
8	Curado con Sikacem curador 3 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	36820	209	99.6%
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								

OBSERVACIONES

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


 GEOTECNIA PUNO SRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Estructuras y Construcción
 ALFREDO ALARCON TATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Lit. 81732





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

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



OBRA : EVALUACION COMPARATIVA DE LOS ESFUERZOS AXIALES DEL CONCRETO PRODUCTO DEL CURADO ARTESANAL Y CON ADITIVOS EN BAJAS TEMPERATURAS
 MUESTRA : CONCRETO TECN. RESPON. PERSONAL LABORATORIO
 TESISTA : JOSE LUIS BARRANTES CALDERON ING. RESPON. ALFREDO ALARCON A.

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Curado con Curador membrani vista 1 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	34240	195	92.6%
2	Curado con Curador membrani vista 1 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	34860	198	94.3%
3	Curado con Curador membrani vista 2 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	36140	205	97.8%
4	Curado con Curador membrani vista 2 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	37160	211	100.5%
5	Curado con Curador membrani vista 3 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	36520	208	98.8%
6	Curado con Curador membrani vista 3 capa	210	16/05/22	13/06/22	28	176	36270	206	98.1%
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX								

OBSERVACIONES

Resistencia a los 07 dias Minimo 68%
 Resistencia a los 14 dias Minimo 85%
 Resistencia a los 28 dias Minimo 100%

GEOTECNIA PINO EIRL.
 Ingenieros de Geotecnia, Pavimentos, Construcción y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 81732

Anexo 09: Panel fotográfico.



Agregado comercializado en el distrito de Macusani.



Ensayo de granulometría del agregado.



Análisis granulométrico del agregado.



Ensayo de pesos unitarios del agregado para el diseño de mezcla.



Proceso de secado en horno del agregado para determinar su humedad.



Proceso de selección del lugar para realizar el proceso experimental de la investigación.



Dosificación del diseño de mezcla para una resistencia de 210kg/cm²



Ensayo de cono de Abrams para analizar la consistencia de la mezcla.



Proceso de elaboración de las briquetas de concreto para la investigación.



Proceso de varillado en la elaboración de briquetas de concreto.



Medición de la temperatura del agua en la zona.



Congelamiento del agua en la zona de experimentación.



Proceso donde se desmolda las briquetas de concreto.



Proceso de distribución de los testigos para realizar los métodos de curado de la investigación.



Identificación de los testigos de concreto para realizar el curado artesanal.



Proceso del curado artesanal en la zona en estudio.



Identificación de los testigos de concreto para realizar el curado con aditivo sikacem.



Proceso de curado con el aditivo sikacem según los grupos de 1,2 y 3 capas.



Identificación de los testigos de concreto para realizar el curado con aditivo membrasil vista.



Proceso de curado con el aditivo membrasil vista según los grupos de 1,2 y 3 capas.



Muestra de todo el proceso experimental para la investigación.



Selección de las briquetas de concreto según la edad para someterlos a la prueba de compresión.



Ensayo de resistencia a la compresión del concreto según la edad de los testigos.



Muestra de briquetas ensayadas según sea la edad del mismo.

Anexo 10: Certificados de calibración de equipos.

**AG4**
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2021
Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
Rangos	101972.0	kgf	
Dirección de carga	Ascendente		
FABRICANTE	PYS EQUIPOS		
Modelo	STYE-2000		
Serie	170251		
Panel (Modelo // Serie)	NO INDICA		
Capacidad	1000 kN		
Codigo Identificacion	NO INDICA		
Norma utilizada	ASTM E4; ISO 7500-1		
Intervalo calibrado	Escala (s)	101 972 kgf	
	De 10 000 a 100 000 kgf		
Temperatura de prueba °C	Inicial	22.6	Final 22.5
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
Solicitante	GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.		
Dirección	JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E -		
Ciudad	PUNO		
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	Código	CELDA DE CARGA	
	Certif. de calibr.	MF-02 // C-0208	
		INF-LE 050-20A PUCP	
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
FECHA DE CALIBRACION	2021/12/01		
FECHA DE EMISION	2021/12/02		
FIRMAS AUTORIZADAS			


Jefe de Metrología
Luigi Aseña S.

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

01 622 5224 997 045 343 ventasag4ingenieria@gmail.com www.ag4ingenieria.com
961 739 849 ventas@ag4im.com

955 851 191

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2021

Pág. 2 de 3

Método de calibración : **FUERZA INDICADA CONSTANTE**

DATOS DE CALIBRACIÓN

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

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

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

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

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Aseñero FERZA

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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2021

Pág, 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO

Errores relativos máximos absolutos hallados

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

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

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo

utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Catolica de Peru.

OBSERVACIONES .

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

FIRMAS AUTORIZADAS


Jefe de Metrología
Luigi Aserio



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

 01 622 5224
  997 045 343
  ventasag4ingenieria@gmail.com
  www.ag4ingenieria.com
 961 739 849
  955 851 191
  ventas@ag4im.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CFT-034-2021

Solicitante : GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Dirección : JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E
- PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrum. de Medición : MÁQUINA DE LOS ANGELES

Marca : PINZUAR

Modelo : PC-117

Serie : 1345

Procedencia : COLOMBIA

Identificación : NO INDICA

Cap. Max. : 99999 Vueltas

Fecha de Calibración : 2021-12-01

Fecha de Emisión : 2021-12-02

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de lectura del indicador digital de la máquina los angeles con el tacómetro patrón, se uso tambien una balanza calibrada para el peso de las esferas, tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS MTC E 207 - 2000 Y LA NORMA ASTM C 131 - 1 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine¹.

Incertidumbre:

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20,9°C	20,9°C
Humedad Relativa	48 %HR	48 %HR

Observaciones:

- La máquina dispone de 12 esferas de fierro los cuales han sido verificadas en su peso y diámetro.
- Las mediciones mostradas en el cuadro de resultados es de un promedio de tres lecturas
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

(*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.


Luigi A. C.
Jefe de Metrología



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

LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración CFT-034-2021
Página 2 de 2

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Tacómetro	T's-0184-2021
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

INDICACIÓN TACÓMETRO PATRON (RPM)	INCERTIDUMBRE (RPM)
31.47	1

Resultados de Medicion:

	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm) 46.38 mm - 47.63 mm Lectura 1	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm) 46.38 mm - 47.63 mm Lectura 2	PROMEDIO (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
1	46.68	46.67	46.68	0.03
2	46.68	46.69	46.69	0.03
3	46.64	46.63	46.64	0.03
4	46.66	46.64	46.65	0.03
5	46.56	46.55	46.56	0.03
6	46.74	46.71	46.73	0.03
7	46.67	46.65	46.66	0.03
8	46.64	46.65	46.65	0.03
9	46.68	46.62	46.65	0.03
10	46.67	46.69	46.68	0.03
11	46.66	46.72	46.69	0.03
12	46.66	46.68	46.67	0.03

	PESO DE LAS ESFERAS (g) 390 g - 445 g ± 1g	INCERTIDUMBRE (g)
1	415.54	0.1
2	415.83	0.1
3	416.74	0.1
4	416.13	0.1
5	416.94	0.1
6	416.08	0.1
7	416.20	0.1
8	416.74	0.1
9	416.73	0.1
10	416.64	0.1
11	415.40	0.1
12	416.39	0.1
Masa Total	4995.36	

Luigi Azeña G.
Jefe de Metrología

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

LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración CFT-034-2021
Página 2 de 2

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Tacómetro	T's-0184-2021
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

INDICACIÓN TACÓMETRO PATRON (RPM)	INCERTIDUMBRE (RPM)
31.47	1

Resultados de Medicion:

	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm)	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm)	PROMEDIO (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
	46.38 mm - 47.63 mm	46.38 mm - 47.63 mm		
	Lectura 1	Lectura 2		
1	46.68	46.67	46.68	0.03
2	46.68	46.69	46.69	0.03
3	46.64	46.63	46.64	0.03
4	46.66	46.64	46.65	0.03
5	46.56	46.55	46.56	0.03
6	46.74	46.71	46.73	0.03
7	46.67	46.65	46.66	0.03
8	46.64	46.65	46.65	0.03
9	46.68	46.62	46.65	0.03
10	46.67	46.69	46.68	0.03
11	46.66	46.72	46.69	0.03
12	46.66	46.68	46.67	0.03

	PESO DE LAS ESFERAS (g)	INCERTIDUMBRE (g)
	390 g - 445 g ± 1g	
1	415.54	0.1
2	415.83	0.1
3	416.74	0.1
4	416.13	0.1
5	416.94	0.1
6	416.08	0.1
7	416.20	0.1
8	416.74	0.1
9	416.73	0.1
10	416.64	0.1
11	415.40	0.1
12	416.39	0.1

Masa Total

4995.36

Luigi Azeña G.
Jefe de Metrología

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

LABORATORIO DE METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

INSPECCIÓN VISUAL

	TIENE	ESCALA	NO TIENE
Ajuste de cero	TIENE	Cursor	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Nivelación	TIENE
Plataforma	TIENE		
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2021-12-01
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. Av. Betancourt Mz. C Lt. 31 - Los Olivos De Pro - Los Olivos



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

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CM-312-2021

Resultados de la Medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.4	0.1	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.4	0.1	29,999	0.3	-0.8
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
15,000	0.4	0.1	30,000	0.4	0.1
Δ Emáx (g)		1.1	Δ Emáx (g)		1.1
emp (g)		20	emp (g)		30

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.3	0.2						
20	20	0.3	0.2	0.0	20	0.4	0.1	-0.1	10
100	100	0.3	0.2	0.0	100	0.4	0.1	-0.1	10
500	501	0.3	1.2	1.0	500	0.4	0.1	-0.1	10
1,000	1,000	0.4	0.1	-0.1	1,001	0.4	1.1	0.9	10
5,000	5,001	0.4	1.1	0.9	5,000	0.3	0.2	0.0	10
10,000	10,001	0.4	1.1	0.9	10,000	0.3	0.2	0.0	20
15,000	15,000	0.4	0.1	-0.1	15,000	0.3	0.2	0.0	20
20,000	20,000	0.3	0.2	0.0	19,999	0.3	-0.8	-1.0	20
25,000	24,999	0.3	-0.8	-1.0	24,999	0.4	-0.9	-1.1	30
30,000	30,000	0.4	0.1	-0.1	30,000	0.4	0.1	-0.1	30



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



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.3	0.2	10,000	9,999	0.4	-0.9	-1.1	20
2		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	
3		10	0.3	0.2		9,999	0.4	-0.9	-1.1	
4		10	0.3	0.2		10,000	0.4	0.1	-0.1	
5		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	

- emp Error Máximo Permitido
- l Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación (e): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo	emp
0 g a 5000 g	10 g
5000 g a 20000 g	20 g
20000 g a 30000 g	30 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0.0000033067 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0.54794 \text{ g}^2 + 0.00000001439401 \times R^2}$$

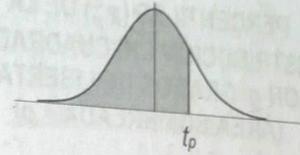
R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



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

Anexo 11: Tabla de "t" de Student.

PERCENTILES (t_p) DE LA
DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT
CON g/l GRADOS DE LIBERTAD
(ÁREA SOMBREADA = p)



g/l	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
1	63,66	31,82	12,71	6,31	3,08	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	9,92	6,96	4,30	2,92	1,89	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	5,84	4,54	3,18	2,35	1,64	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	4,60	3,75	2,78	2,13	1,53	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	4,03	3,36	2,57	2,02	1,48	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	3,71	3,14	2,45	1,94	1,44	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	3,50	3,00	2,36	1,90	1,42	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	3,36	2,90	2,31	1,86	1,40	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	3,25	2,82	2,26	1,83	1,38	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	3,17	2,76	2,23	1,81	1,37	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	3,11	2,72	2,20	1,80	1,36	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	3,06	2,68	2,18	1,78	1,36	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128
13	3,01	2,65	2,16	1,77	1,35	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	2,98	2,62	2,14	1,76	1,34	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	2,95	2,60	2,13	1,75	1,34	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	2,92	2,58	2,12	1,75	1,34	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128
17	2,90	2,57	2,11	1,74	1,33	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128
18	2,88	2,55	2,10	1,73	1,33	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127
19	2,86	2,54	2,09	1,73	1,33	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	2,84	2,53	2,09	1,72	1,32	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	2,83	2,52	2,08	1,72	1,32	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	2,82	2,51	2,07	1,72	1,32	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	2,81	2,50	2,07	1,71	1,32	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	2,80	2,49	2,06	1,71	1,32	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	2,79	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	2,78	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	2,77	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	2,76	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127
29	2,76	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	2,75	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	2,70	2,42	2,02	1,68	1,30	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	2,66	2,39	2,00	1,67	1,30	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	2,62	2,36	1,98	1,66	1,29	0,845	0,677	0,526	0,254	0,126
α	2,58	2,33	1,96	1,645	1,28	0,842	0,674	0,524	0,253	0,126

Fuente: Tabla tomada de Ávila Acosta, Roberto (1990, p. 382). Estadística elemental.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY, 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: "Evaluación comparativa de los esfuerzos axiales del concreto producto del curado artesanal y con aditivos en bajas temperaturas", cuyo autor es BARRANTES CALDERON JOSE LUIS, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y 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, 05 de Setiembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY DNI: 09957407 ORCID 0000-0002-0250-4363	Firmado digitalmente por: LCLEMENTECO el 05-09- 2022 17:58:24

Código documento Trilce: TRI - 0426738