



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Efectos de la helada en la resistencia mecánica del
concreto auto compactante, Puno, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Sullca Chura, Roger Ali (orcid.org/0009-0005-3295-7717)

ASESOR:

Mg: Muñiz Paucarmayta, Marco Herber (orcid.org/0000-0002-6818-6097)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024

Dedicatoria

A mi padre, Esteban Sullca, y a mi madre, Gloria Chura, quienes han sido la piedra angular de mi vida y educación. Su apoyo constante y sacrificio incansable han hecho posible este logro. Sin ustedes, este camino habría sido imposible de recorrer. Esta tesis es un testimonio de mi gratitud y amor eterno hacia ambos. ¡Gracias por ser mi fuente de inspiración y por estar siempre a mi lado en cada paso de este viaje académico!

Agradecimiento

Con el más profundo respeto y sincera expreso mi reconocimiento a la Universidad César Vallejo por la oportunidad de desarrollar mis conocimientos en el contorno de la tecnología, ciencia y humanidades. Mi gratitud se extiende al Mg. Muñiz Paucarmayta Marco Herber, cuya valiosa dedicación y contribuciones fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Agradezco también a mi familia por el apoyo de mi formación profesional; su constante aliento ha sido mi principal fuente de inspiración. No puedo dejar de mencionar a todas las personas que, de diversas maneras, contribuyeron al logro de esta etapa en mi desarrollo académico.

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUÑIZ PAUCARMAYTA MARCO HERBER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EFECTO DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023", cuyo autor es SULLCA CHURA ROGER ALI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 23 de Marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑIZ PAUCARMAYTA MARCO HERBER DNI: 23956433 ORCID: 0000-0002-6818-6097	Firmado electrónicamente por: MMUNIZP el 23-03- 2024 22:51:04

Código documento Trilce: TRI - 0740961



Declaratoria de originalidad del autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, SULLCA CHURA ROGER ALI estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EFECTO DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
ROGER ALI SULLCA CHURA DNI: 75410528 ORCID: 0009-0005-3295-7717	Firmado electrónicamente por: ROSULLCACH el 23- 03-2024 22:52:49

Código documento Trilce: TRI - 0740963

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	x
Resumen	xi
Abstract.....	xii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II MARCO TEÓRICO.....	5
III METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo y diseño de investigación:	21
3.2 Variables y operacionalización.....	22
3.3 Población, muestra y muestreo.....	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5 Procedimientos	27
3.6 Método de análisis de datos	59
3.7 Aspectos éticos.....	60
IV RESULTADOS.....	61
V DISCUSIÓN.....	94
VI CONCLUSIONES.....	97
VII RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS.....	100
ANEXOS.....	105

Índice de tablas

Tabla 1. Temperaturas bajas en el año 2020	14
Tabla 2. Granulometría de agregado fino.....	19
Tabla 3. Granulométricos del agregado Grueso.....	19
Tabla 4. Límites máximos permitidos para el preparado y curado del concreto..	20
Tabla 5. Matriz de operacionalización de variable.....	23
Tabla 6. Ensayos en laboratorio.....	24
Tabla 7. Formatos estandarizados de ensayos de laboratorio ASTM.....	26
Tabla 8. Datos de temperaturas registrados en la región de Puno, Perú, en el año 2022.	26
Tabla 9. Granulometría del agregado fino.....	31
Tabla 10. Proporción mínima del agregado a ensayar.....	33
Tabla 11. Intervalo admisible para la prueba rotura.	54
Tabla 12. Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera “ISLA”.....	63
Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado grueso extraído de la cantera “JESSERVI”.....	64
Tabla 14. Contenido de humedad del agregado fino.....	65
Tabla 15. Contenido de humedad del agregado grueso.	65
Tabla 16. Peso específico de agregados finos y gruesos absorbidos.....	66
Tabla 17. Peso específico de absorción del agregado grueso.....	66
Tabla 18. Peso unitario del agregado fino cantera “ISLA”.....	67
Tabla 19. Peso unitario del agregado grueso cantera “JESSERVI”.....	67
Tabla 20. Trabajabilidad (slump).....	68
Tabla 21. Trabajabilidad cono invertido para concreto auto compactante.	69
Tabla 22. Temperatura de concreto patrón vaciado de vigas.	69
Tabla 23. Temperatura de concreto patrón vaciado briquetas.	70
Tabla 24. Temperatura de concreto auto compactado vaciado vigas.	70
Tabla 25. Temperatura de concreto auto compactado vaciado briquetas.....	70
Tabla 26. Temperaturas ambientales de concreto patrón, hidratación del concreto y expuesto al efecto de la helada.	71
Tabla 27. Temperaturas ambiental de concreto patrón, hidratación del concreto y expuesto al efecto de la helada.....	71

Tabla 28. Temperaturas ambiental de concreto auto compactante, hidratación del concreto y expuesto al efecto de la helada.	72
Tabla 29. Temperaturas ambiental de concreto auto compactante, hidratación del concreto y expuesto al efecto de la helada.	73
Tabla 30. Resistencia a compresión especímenes bajo techo.....	73
Tabla 31. Resistencia a compresión especímenes bajo techo.....	74
Tabla 32. Resistencia la compresión especímenes expuesto a la helada.	74
Tabla 33. Resistencia a la compresión de probetas expuestas a heladas.	75
Tabla 34. Resistencia a la flexión especímenes bajo techo.	76
Tabla 35. Resistencia a la flexión especímenes bajo techo.	76
Tabla 36. Resistencia a la flexión de probetas expuestas a heladas.	77
Tabla 37. Resistencia a la flexión de probetas expuestas a heladas.	77
Tabla 38. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 7 días.	80
Tabla 39. Prueba de análisis de varianza de la resistencia compresión del concreto auto compactante bajo techo a los 7 días.	81
Tabla 40. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 14 días.	81
Tabla 41. Prueba de análisis de varianza de la resistencia compresión del concreto auto compactante bajo techo a los 14 días.	82
Tabla 42. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 28 días.	82
Tabla 43. Prueba de análisis de varianza de la resistencia compresión del concreto auto compactante bajo techo a los 28 días.	83
Tabla 44. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 7 días.	84
Tabla 45. Prueba de análisis de varianza de la resistencia compresión del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 7 días.....	84
Tabla 46. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 28 días.	85
Tabla 47. Prueba de análisis de varianza del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 14 días.	85

Tabla 48. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 28 días.	86
Tabla 49. Prueba de análisis de varianza del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 28 días.	86
Tabla 50. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 7 días.	87
Tabla 51. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante bajo techo a los 7 días.	87
Tabla 52. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 14 días.	88
Tabla 53. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante bajo techo a los 14 días.	88
Tabla 54. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 28 días.	89
Tabla 55. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante bajo techo a los 28 días.	89
Tabla 56. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a helada a los 7 días.	90
Tabla 57. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante expuesto a helada a los 7 días.	91
Tabla 58. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a helada a los 14 días.	91
Tabla 59. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante expuesto a helada a los 14 días.	92
Tabla 60. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a helada a los 28 días.	92
Tabla 61. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante expuesto a helada a los 28 días.	93

Índice de figuras

Figura 1. Temperaturas bajas en ciudades de Europa.....	1
Figura 2. Edificación expuesta a la helada, Región de Puno.	2
Figura 3. Heladas en la Región de Puno.....	14
Figura 4. Mapa del Perú con la ubicación de los lugares más fríos o heladas	15
Figura 5. Frecuencia de heladas –Sierra Sur Puno.....	16
Figura 6. Ensayo de flujo del concreto auto compactante.....	17
Figura 7. plastol 20+, plastificante.....	18
Figura 8 . Diagrama de flujo del procedimiento.	27
Figura 9 . Ubicación de cantera isla.	28
Figura 10 .Ubicación de la planta chancadora jeservi.....	28
Figura 11 . Obtención de muestras de los agregados gruesos	29
Figura 12 .Plastol 20+ QSI Perú SAC	29
Figura 13 .Evaluación del tamaño de partículas en el agregado fino.....	32
Figura 14 . Análisis granulométrico del agregado grueso.	34
Figura 15 . Porcentaje de humedad del agregado fino y grueso.....	36
Figura 16 . Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.....	40
Figura 17 . Peso Específico y Absorción del agregado grueso	44
Figura 18 .Peso Volumétrico Suelto de Agregado Fino y Grueso.	46
Figura 19 . Peso Volumétrico varillado de Agregado Fino y Grueso.	48
Figura 20 . Prueba de Slump.....	49
Figura 21 . Prueba de flujo	51
Figura 22 . Prueba de flujo	52
Figura 23 .Temperatura simulado a la helada.....	53
Figura 24 . Ensayo a la compresión Tipos de falla.....	55
Figura 25 . Ensayo a la compresión.....	56
Figura 26 . Ensayo de flexión en vigas (diagrama).	57
Figura 27 . Ensayo a flexión.....	58
Figura 28 . Ubicación de la región de puno.....	61
Figura 29 . Ubicación de la provincia de San Román.....	62
Figura 30 . Curva granulométrica.	63
Figura 31 . Curva granulométrica.	64
Figura 32 . Análisis estadístico.....	79

Resumen

La investigación, de carácter básico y enfoque cuantitativo, busca entender cómo la adición de plastificante afecta especialmente en cuanto a resistencia del concreto a compresión como a flexión. La población de estudio incluye probetas y viguetas de concreto en diferentes condiciones: 18 sin plastificante expuestas a la helada a (-12C°), 18 sin plastificante protegida, 18 con plastificante (PLASTOL 20+ QSI) expuestas a la helada a (-12C°), 18 con plastificante expuestas y protegidas, y así sucesivamente. En el proceso de investigación, se ha realizado 6 especímenes por ensayo, considerando diversas edades. El muestreo se realizó mediante diseños de mezcla, evitando la probabilidad y optando por la observación directa debido a la naturaleza experimental del diseño. Los instrumentos utilizados incluyen fichas para registrar datos, implementos de laboratorio y programas informáticos para procesar la información. Los resultados preliminares, a los 7, 14 y 28 días, indican mejoras notables en la resistencia a la compresión y flexión del concreto con la adición de plastificante (PLASTOL 20+ QSI), especialmente cuando está expuesto a la helada a (-12C°), demostrando incrementos del 19.9% y 47.5%, y reduciendo agua a un 30 % respectivamente, a comparación con la muestra de referencia.

Palabras clave: Concreto, Resistencia mecánica, helada, Plastificante (PLASTOL 20+ QSI), Reductor de agua.

Abstract

The research, of basic character and quantitative approach, seeks to understand how the addition of plasticizer affects especially the compressive and flexural strength of concrete. The study population includes concrete specimens and beams in different conditions: 18 without plasticizer exposed to frost at (-12C°), 18 without plasticizer protected, 18 with plasticizer (PLASTOL 20+ QSI) exposed to frost at (-12C°), 18 with plasticizer exposed and protected, and so on. In the research process, 6 specimens per test were carried out, considering different ages. Sampling was carried out using mixture designs, avoiding probability and opting for direct observation due to the experimental nature of the design. The instruments used include data recording cards, laboratory implements and computer programs to process the information. Preliminary results, at 7, 14 and 28 days, indicate remarkable improvements in the compressive and flexural strength of concrete with the addition of plasticizer (PLASTOL 20+ QSI), especially when exposed to frost at (-12C°), showing increases of 19.9% and 47.5%, and reducing water to 30% respectively, compared to the reference sample.

Keywords: Concrete, Mechanical resistance, frost, Plasticizer (PLASTOL 20+ QSI), Water reducer.

I INTRODUCCIÓN

Dentro del **ámbito internacional** se tiene el trabajo de investigación realizado por (1), quien en España sostiene que el concreto autocompactante ha adquirido un notable protagonismo como una de las opciones más preferidas en la industria de la construcción. Esto se debe a su excepcional habilidad para fluir de manera natural y ocupar cada rincón de los moldes sin necesidad de recurrir a métodos de vibración, además de su destacado desempeño en términos de resistencia estructural. Por otro lado, (2), en su investigación realizada, pone de manifiesto que el concreto convencional enfrenta problemas relacionados con la congelación y descongelación, los cuales ocasionan daños considerables poniendo en peligro su integridad estructural y acortan su vida útil a largo plazo. Así mismo (3), han abordado el tema de la hidratación y la protección como estrategias para salvaguardar la calidad del concreto. Estas prácticas demuestran ser de vital importancia en el procedimiento y la solides del concreto en contextos expuestos a condiciones de heladas y bajas temperaturas.



Figura 1. Temperaturas bajas en ciudades de Europa.

Fuente: (4)

Nota. (A) España en invierno (4). (B) Bélgica en invierno (5).

En el Perú se tiene diferentes zonas climáticas, en las que se presentan ciertos fenómenos climatológicos que afectan la fuerza mecánica del concreto, obteniendo fases de deshielo y hielo por las bajas temperaturas. Este fenómeno climático adverso incide significativamente en la durabilidad del concreto, dificultando el adecuado desarrollo de las resistencias y contribuyendo al aumento de grietas causadas por la retracción plástica derivada de dichos ciclos. Ante esta

problemática, resulta esencial explorar alternativas viables para mitigar los riesgos (6).

En este contexto, (7), afirma que el 77% del concreto producido de manera informal presenta características que no cumplen con los estándares establecidas en la norma. Considerando esta problemática es esencial desarrollar alternativas que permitan abordar esta situación y, de esta manera, prevenir de manera efectiva los posibles efectos adversos que podrían surgir debido a la presencia de heladas. Al respecto, (8) en su investigación sugiere considerar la implementación de aditivos plastificantes como una estrategia potencialmente beneficiosa para aumentar la resistencia del concreto en condiciones climáticas adversas.

El clima de la región Puno, según (9), varía drásticamente a lo largo del año, con temperaturas promedio que superan los 18°C en verano y descienden a -5°C en invierno, añadiendo a ello que la temperatura desciende bruscamente tanto de día y noche. El concreto producido expuesto a estas temperaturas durante todas las etapas de su preparación, fraguado y curado, afectan al concreto. Según (10), la inclusión de aditivos podría resultar en mejoras en el concreto, generando resultados significativos en términos de resistencia mecánica, lo que a su vez lo hace más apto para enfrentar las adversidades climáticas, Flores y Quispe (11).



Figura 2. Edificación expuesta a la helada, Región de Puno.

Nota. (A), se observa que las superficies de tonalidad oscura están cubiertas de hielo, en la fotografía (B) se observa la losa recién llenada expuesto a las heladas nocturnas.

Por estas consideraciones la actual investigación plantea como, **problema General:** ¿Cuánto afecta la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023?, de la misma manera se determinó los **problemas específicos:** ¿Cuánto afecta la protección bajo techo en la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, Puno, 2023?, ¿Cuánto afecta la protección bajo techo en la resistencia a la flexión del concreto auto compactante, Puno, 2023?, ¿Cuánto afecta la exposición a la helada en la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, Puno, 2023?, ¿Cuánto afecta la exposición a la helada en la resistencia a la flexión del concreto auto compactante, Puno, 2023?.

La **justificación teórica** de este estudio se basa en investigaciones previas del tema para comprender cómo las condiciones climáticas extremas, como las heladas, pueden afectar negativamente las propiedades y la integridad estructural del concreto auto compactante. Por otro lado la **justificación práctica**, se basa en que las estructuras del concreto recién llenadas requieren ser protegidas de la acción de las heladas a fin de no afectar la estabilidad y resistencias de las estructuras construidas, la **justificación metodológica**, el presente estudio recopila datos en los ensayos de laboratorio la analiza y formula conclusiones, los cuales serán empleados para futuras investigaciones relacionados con la problemática. Finalmente, la **justificación ambiental** está dada por las bajas temperaturas (0°C a -5°C) que predominan en la región puno y su repercusión en los procesos constructivos y la durabilidad de las construcciones de concreto.

En este sentido, se plantea como **Objetivo General:** Determinar cuánto afecta la helada a la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023. En forma similar se tiene como **Objetivo Específicos: primero:** Determinar cuánto afecta la protección bajo techo en la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, **segundo:** Determinar cuánto afecta la protección bajo techo en la resistencia a la flexión del concreto auto compactante, **tercero:** Determinar cuánto afecta la exposición a la helada en la resistencia a la compresión del concreto auto compactante y finalmente el **cuarto** es: Determinar cuánto afecta la exposición a la helada en la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

Así mismo se tiene como **hipótesis general**: La helada afecta significativamente a la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023. Se planteó de la misma manera las **hipótesis específicas**: son, **primero** la protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, **segundo** la protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante, **tercero** la exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, **cuarto** la exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

II MARCO TEÓRICO

En este estudio, se toma como **antecedentes internacionales** las investigaciones realizadas por (12), tuvo como **objetivo** investigar la fuerza mecánica del concreto en efectos a la helada. Empleando una **metodología** que combinó enfoques descriptivos y experimentales, creando briquetas expuestas a la helada y sometidas a ensayos a compresión basados en el reglamento de ensayo de concreto hidráulico (DL/T5150-2017). Para los experimentos, se prepararon distintas muestras de concreto, variando las proporciones de materiales, específicamente con los porcentajes de relaves del 0%, 10%, 20%, 25% y 30%. Los **resultados** mostraron que la fuerza mecánica del concreto expuesto a la helada con la incorporación de relave. Después de 7 días, la fuerza a la compresión es de 177.43 kg f/cm² para el concreto sin relave, 187.63 kg f/cm² para el concreto con 10% de relave, 200.88 kg f/cm² para el concreto con 20% de relave, 191.71 kg f/cm² para el concreto con 25% de relave y 184.57 kg f/cm² para el concreto con 30% de relave. Después de 14 días, la resistencia fue de 256.97 kg f/cm² a la compresión, para el concreto sin relave, 264.11 kg f/cm² para el concreto con 10% de relave, 271.24 kg f/cm² para el concreto con 20% de relave, 265.13 kg f/cm² para el concreto con 25% de relave y 261.05 kg f/cm² para el concreto con 30% de relave. Después de 28 días, la fuerza a la compresión es de 287.56 kg f/cm² para el concreto sin relave, 307.95 kg f/cm² para el concreto con 10% de relave, 346.7 kg f/cm² para el concreto con 20% de relave, 325.29 kg f/cm² para el concreto con 25% de relave y 302.86 kg f/cm² para el concreto con 30% de relave. En **conclusión**, los resultados del estudio demuestran que a la incorporación del 20% de relave el concreto mejora su fuerza a la compresión en condiciones de helada.

(13), en su artículo tuvo como **objetivo** estudiar las propiedades y características físico/, mecánicas del concreto con la adición de plastificantes a base de policarboxilatos para mejorar su calidad. Los investigadores utilizaron una **metodología** de diseño experimental para evaluar 62 muestras cilíndricas de concreto con diferentes proporciones de agua/cemento y cantidades de aditivo. En cuanto a los **resultados**, se obtuvo una fuerza de 734.196 Kg /cm² a 0.37 relación agua/cemento, lo que requirió agregar un 0.30% de aditivo. La resistencia más baja, de 163.155 Kg/cm², se observó cuando se utilizó una sobredosis del 1%

de aditivo junto con solo 1 día de maduración. Al analizar la resistencia a la flexión, se observó un efecto similar al agregar el aditivo superplastificante. Alcanzó la muestra una fuerza de 122.671 Kg /cm² con un 0.40% de aditivo, pero esta resistencia disminuyó significativamente a 19.4% al aumentar el aditivo al 0.10%. Cabe destacar que no se superó el 1% de aditivo en ningún caso, ya que esta cantidad se consideró la dosis de saturación para las mezclas con polycarboxilatos reductores de agua. Se **concluyó** que al añadir el aditivo superplastificante a base de polycarboxilatos, en pequeñas cantidades redujo la relación de a/c, donde la dosificación óptima fue de 0,30 % de aditivo para una relación a/c de 0.37, lo que condujo al aumento de la resistencia a compresión.

(14) tuvo como **objetivo** investigar el impacto del agregado en las propiedades y características físico-mecánicas del hormigón utilizando el aditivo Sika Viscocrete. La investigación se realizó en Cuenca, ubicada en Ecuador, a una altitud de 2550 m.s.n.m. La **metodología** empleada es de enfoque cuantitativo para diseñar y crear un concreto estándar con una fuerza (f_c) de 210 kg/cm² a la compresión. También se utilizó el enfoque de volumen absoluto del comité ACI 211-4R en el diseño con una fuerza de $f_c=500$ kg/cm². Los **resultados** obtenidos se describen a continuación: El concreto estándar con una fuerza (f_c) de 500 kgf/cm². a la compresión y un contenido de áridos del 2,8% demostró una resistencia de 541,33 kgf/cm². tras 28 días de endurecimiento. El hormigón tipo con una f_c de 210 kgf/cm². y un contenido de áridos del 0,9% alcanzó una resistencia de 279,17 kgf/cm². Por otra parte, el hormigón tipo alcanzó una resistencia de 758,33 kgf/cm². con una f_c de 210 kgf/cm². y un contenido de aditivo del 3,0%. En consecuencia, se puede **concluir** que la utilización del plastificante Sika Viscocrete 20 HE dio lugar a un aumento de la resistencia del 29,3% en comparación con el hormigón patrón.

Como **antecedentes nacionales**, se tiene a (15), donde tuvo como **objetivo** estudiar las propiedades y características que presenta el concreto $f_c=210$ kg/cm². incorporando el plastificante. En cuanto a la **metodología**, consistió en un diseño experimental aplicado con un nivel descriptivo. Treinta y seis probetas cilíndricas para el ensayo en laboratorio para determinar la fuerza a la compresión constituyeron la población maestra. Los **resultados** experimentales se vio que la

fuerza a la compresión del hormigón, sin aditivos, es de 227,83 kg/cm². Cuando se incorporó el aditivo Chema plast al 0,7% resultó en una mejora la fuerza a la compresión de 229,03 kg/cm². Asimismo, al añadir el sikament plast en la misma proporción, se logró una fuerza a la compresión de 229,10 kg/cm². No obstante, al introducir el aditivo CMR PLAST en una proporción del 0,7% se contempla una disminución de la fuerza a la compresión registrando 220,56 kg/cm². En **conclusión**, los resultados demuestran que el uso del aditivo plastificante Sika Chema no solo mejora la fuerza a la compresión. Además, se observaron resultados positivos con el aditivo Euco cuando se utilizó en una proporción del 0.4% en relación de la cantidad de cemento por saco.

(16), en su investigación se propusieron el **objetivo** principal se centró en analizar la incorporación de aditivos plastificantes en el hormigón en climas fríos, con el propósito de mejorar la analogía agua/cemento durante el proceso de vertido. Para ello se propuso una **metodología** de enfoque descriptiva, cuantitativa y explicativo, donde la población está conformada por documentos y revisiones bibliográficas. Como **resultado** del estudio, se contempló que el super plastificante TM-40 muestra una reducción en la manejabilidad del material en aproximadamente 2 3/4 pulgadas en un período de 60 minutos. Esto da como resultado una significativa reducción en el tiempo de fraguado y en la cantidad de agua requerida. En contraste, el aditivo super plastificante 3330 permite el transporte y la colocación, ya que su trabajabilidad se mantiene en un estado fluido durante un período de hasta 4 horas. Estos hallazgos indican diferencias significativas entre ambos aditivos en cuanto a su desempeño en condiciones de clima frío. Se **concluyó** que el aditivo super plastificante 3330 es más eficiente que el TM-40 en climas fríos, manteniendo la trabajabilidad del hormigón por más tiempo lo que facilitaría su manipulación y uso en proyectos de construcción. Estos resultados son relevantes para la industria de la construcción en climas fríos.

(17) en su tesis de pregrado, tiene como **objetivo** analizar cómo al añadir los aditivos en diferentes temperaturas (media, alta y baja) puede mejorar las esencias mecánicas del hormigón. La **metodología** de la investigación fue de tipo aplicado-experimental, en la cual se seleccionaron tres probetas con altura(H) de 20 cm y un diámetro(\emptyset) de 10 cm como muestra representativa. La investigación se llevó

durante una etapa de 28 días, siguiendo las pautas establecidas por diversas normas internacionales, entre ellas: Normas chinas GB50081-2002 y GBT50082-2009, norma india IS 456: 2000, norma rusa SP 63.13330.2012, ASTM C 94, AASHTO-M157, ASTM C490/C490M, así como las normas peruanas NPT 339,084 y NTP 339.033. Como **resultados** de la investigación indican que, en clima frío, la utilización de un aditivo súper plastificante en una cantidad del 1,5% y agucamiento de 0,35 produce asentamiento(slump) de 55 a 73 mm. A los 28 días, las pruebas en muestras de concreto endurecido muestran una fuerza a la compresión de 449.28 kg/cm². mientras que la fuerza a la flexión y a la tracción también aumenta significativamente, llegar valores de 34.26 kg/cm² y 41.81 kg/cm², proporcionalmente. Por lo mencionado se **concluyó** que el uso de súper plastificantes incrementa las esencias mecánicas del hormigón en climas fríos, en una dosificación de 1,5% mejora la trabajabilidad y aumenta la fuerza a la flexión, la fuerza a la compresión.

Como **antecedentes regionales** tenemos a (18) quien es su investigación tuvo como **objetivo** estudiar la evolución de fraguado del hormigón en la región de Puno, en temperaturas bajo cero y congelamiento. La **metodología** de esta investigación es cuantitativa y se divide en dos etapas principales: la selección y el análisis de datos en la oficina. En la primera etapa, se recopilaron datos realizando trabajos de campo, donde se incorporaron el aditivo Chema 3 en el agua de amasar del concreto. En La segunda fase consistirá en procesar y analizar los datos obtenidos y evaluar los resultados de los estudios de laboratorio. Los **resultados** determinados indican que, la fuerza a compresión a 3 días es de 192,01 kg/cm², superior al valor de 146,67 kg/cm² de diseño. En contraste con la norma f'c de 180,65 kg/cm², la resistencia a los 7 días es de 211,06 kg/cm². A los 14 días, la resistencia supera finalmente el valor de diseño f'c de 219,09 kg/cm², alcanzando los 247,63 kg/cm². En **conclusión**, se sugiere que el uso del aditivo Chema 3 en el concreto en condiciones de temperaturas bajas y congelamiento aumento la resistencia del hormigón, superando consistentemente los valores de diseño establecidos.

(10) propuso como **objetivo** es utilizar aditivo que incorpora aire y cemento tipo IP para el diseño de mezcla de 280 kg/cm² a temperaturas bajo cero. La **metodología** empleada fue de diseño experimental y de enfoque descriptivo. donde se tomó una población compuesta por 44 especímenes de concreto, con una fuerza de 280 kg/cm² a la compresión. Estos especímenes se distribuyeron en cuatro grupos diferentes para su análisis y evaluación en condiciones gélidas. Los **resultados** de los ensayos a los 28 a compresión revelaron que con un 0.02% de incorporador de aire registró una fuerza a la compresión de 309.90 kg/cm². Asimismo, al incorporar con un 0.07% de incorporador de aire exhibió una resistencia ligeramente menor, con 309.67 kg/cm² finalmente la muestra que contenía un 0.12% de incorporador de aire presentó una resistencia aún menor, con 291.91 kg/cm². Se **concluye** que el incorporador de aire afecta claramente a compresión y resistencia del concreto, alcanzando la mejor muestra mayor con una dosificación de 0,02%.

(11), en su estudio de pregrado, indica que su **objetivo** fue establecer la cuantía adecuada del incorporador de aire para mejorar la fuerza de 210 kg /cm² del concreto en condiciones de temperatura baja en la región de, Puno. La **metodología** fue de un enfoque experimental donde implicó la utilización de un total de 76 muestras que fueron colocadas en muestras cilíndricos con una altura(H) de 30.00 cm y diámetro(Ø) de 15.00 cm. El concreto empleado en el estudio tenía una fuerza a la compresión estándar de 210 kg /cm² y era de composición normal. Además, se añadió al concreto aditivo que incluía aire en cantidades de 15, 30 y 40 gramos por saco de cemento. Los **resultados** obtenidos a los 28 días de curtido demostraron que el concreto que no contenía ningún aditivo incorporador de aire logró una resistencia f'c de 162.05 kg/cm². Por otro lado, las mezclas con adición de aditivo incorporador de aire lograron resistencias significativamente mayores, con valores de 209.70 kg/cm² para 15 gramos, 222.50 kg/cm² para 30 gramos y 223.61 kg/cm² para 40 gramos de aditivo. Se **concluyó** que al añadir aditivo incorporador de aire al concreto f'c = 210 kg/cm² y ponerlo a un entorno de baja temperatura aumenta significativamente la fuerza a la compresión del concreto.

Para ahondar el tema se consideraron los siguiente **artículos de investigación en idioma español**, donde (19). En su artículo tiene como **objetivo** evaluar los daños causados por el ciclo de congelación y descongelación en climas frías. La **metodología** utilizada en esta investigación es de naturaleza numérica y mesoscópica centrándose en la recopilación de datos de revistas científicas y la observación de datos para describir la formación de hielo y condensación de vapor en el hormigón expuesto a ciclos de descongelación y congelación. Los **resultados** de la investigación nos indican que la técnica mesoscópico propuesto es eficaz para predecir cómo se comporta el concreto a una escala intermedia (mesoescala) en condiciones hidrotérmicas, es decir, cuando está al entorno a ciclos de humedad y temperatura. Por lo expuesto la relación(a/c) y la temperatura se aumenta la cantidad de agregados en la mezcla de hormigón, pasando del 20% al 50%. Esto se debe a que la transición de fase del proceso influye en él. Se **concluye** que el estudio sugiere que el método mesoscópico utilizado es efectivo para prever cómo el concreto se comporta en condiciones de congelación y descongelación. A medida que se aumenta la cuantía de agregados en la mezcla del concreto, la relación de la temperatura(C°) y humedad relativa se vuelve más evidente debido al cambio de fase del agua.

(20) que tuvo como **objetivo** el desarrollo de un hormigón auto compactante con aditivo Sikacem®-1 con el propósito de mejorar sus propiedades mecánicas. La **metodología** utilizada fue de enfoque cuantitativo que residió en la preparación de especímenes con diferentes combinaciones de fibra sintética y plastificante, seguida de pruebas de fuerza a la compresión para estimar el impacto en las propiedades mecánicas del hormigón auto compactante, tomando 90 muestras, 45 briquetas de dimensiones de 10 x 20 cm y 45 viguetas de hormigón auto compactante con dimensiones de 15 x 15 x 50 cm. Los **resultados** del estudio demuestran que la fuerza a la flexión y a la compresión del concreto se ven notablemente afectadas por la adición de plastificante después de 28 días de curado. Donde Inicialmente, sin la incorporación de aditivos, la fuerza es de 57,6 kg/cm² a la flexión y a la compresión de 271,3 kg/cm². Sin embargo, cuando se introdujeron 100 gramos de fibra sintética y 250 ml de plastificante e por saco de cemento, la fuerza a la compresión aumentó a 289,3 kg/cm², mientras que a la flexión creció a 61,2 kg/cm². Finalmente, cuando se aumentó la cantidad de fibra

sintética a 200 gramos, manteniendo la misma cantidad de plastificante (250 ml por saco de cemento), la resistencia alcanzó su valor máximo de 302,2 kg/cm² en compresión y 64,8 kg/cm² en flexión. Se **concluyó** que estos aditivos pueden ser beneficiosos para mejorar la calidad del hormigón utilizado en construcciones que requieran una mayor resistencia.

(21), tuvo como **objetivo** ver los daños de la congelación y descongelación cíclica del hormigón a los 28, 56 y 90 días de curado, independientemente del tipo de cemento utilizado para su fabricación. El estudio utilizó una **metodología** descriptiva donde se investigó cómo el concreto se comporta bajo las condiciones de heladas. En este sentido, se crearon diversas muestras de concreto con diferentes combinaciones de cemento, una con 30% de escoria de alto horno, otras un 50% de escoria, y algunas un 30% de ceniza volante de sílice estas muestras de concreto se sometieron a ensayos ultrasónicos. Los **resultados** del estudio evaluaron cómo la resistencia del hormigón cambia después de períodos de curado de 28, 56 y 90 días, en tal sentido cuando se utiliza cemento mezclado. Después de 28 días, el hormigón con cemento Portland alcanzó una resistencia de 520.047 kgf/cm², mientras que a los 56 días llegó a 540.441 kgf/cm², y a los 90 días alcanzó los 571.032 kgf/cm², en términos de resistencia a la compresión. Por otro lado, cuando se incorporó un 30% de escoria de alto horno, el hormigón logró una resistencia de 757.637 kgf/cm², a los 28 días, pero esta resistencia disminuyó a 531.263 kgf/cm² a los 56 días, para luego aumentar a 549.618 kgf/cm² a los 90 días. Todos estos hormigones fueron sometidos a ciclos de descongelación y congelación. Se **concluye** que la añadir la escoria al hormigón afecta significativamente su capacidad para resistir la congelación y descongelación. Donde la resistencia mecánica del hormigón cambió con el tiempo, primero aumentando y luego disminuyendo. Esto tiene importancia práctica en la formulación de mezclas de hormigón, especialmente en áreas con climas fríos, donde se debe considerar cuidadosamente la elección de materiales para lograr la resistencia deseada frente a las condiciones de heladas.

In other languages (22), This **objective** study's goal is to assess how resilient concrete is to freeze-thaw cycles, with a particular emphasis on the application of additive materials slag (NFS) made from non-ferrous. The strength of NFS-containing concrete mixtures is contrasted with cement I 52.5 N and cement III 42.5 B standard compositions. When copper is made from copper scrap, NFS is created. In addition to cement I 52.5 N and cement III 42.5 B, the study assesses concrete mixtures consisting of 70% cement I 52.5 and 30% NFS, water a with-to-binder proportion 0.45. The experimental approach seeks to determine the behavior of these mixtures under freezing and thawing conditions, following the guidelines established in CEN TR 15177 (2006). **methodology** involves subjecting the samples to 56 cycles of tensile strength followed by microstructure examination. The findings indicated that the relative 56 freeze-thaw cycles tensile strength after exceeded 100% of the initial value. In comparison, cement III 42.5 B concrete experienced a greater decrease in strength, approximately 15%, followed by an 11% decrease in strength for regular concrete. The **research** findings indicated that the concrete exhibited the highest level of water absorption, measuring roughly 4%. In contrast, cement III 42.5 B and, CEM I 52.5 demonstrated absorption rates 1.2% and 2.4% respectively.

(23), The **objective** influence mortars that meet the regulatory criteria, the water-cement ratio, mixture plasticizers on the fresh qualities for the masonry elaborated. The author employed to further the research's development. **methodology** the sample is made up of masonry mortar, 5 samples per specimen which were evaluated in the laboratory. The **results**, the association between water content and force was confirmed by the (ANOVA) findings for mortars aged 7 and 28 days, 1600kg/m³ between 2100 kg/m³, showing that in both ages, total w/c was the factor having the most significant effect on the variance. and in 28-day samples were the second most important component in 7-day mortars. found that the fresh qualities of mortars for masonry of general use class M5, as defined by the EN 998-2 standard, were most affected by the total cement ratio, the substitution of by and the dose. According to EN 998-2, the **conclusion** mechanical properties of mortars for general use in class M5 are enhanced by increasing either the amount the mixture or the ratio of water to cement.

(24), The **objective** of this article is to investigate how different surface conditions of concrete affect its resistance to saline frost. The experimental **methodology** involved the use of five concrete specimens, each measuring 150 × 150 × 150 mm, in various test groups. After a 24-hour the specimens curing period, were removed from their molds. Following a curing 28-day ther, the were specimens divided equally into two groups. The frost test was then performed on the surfaces created by the partition, which had dimensions of 150 × 150 mm. The **results** indicated that The maximum compressive strength of the concrete samples reached 40% f_c when the air content was maintained at 6%. Proportional mass of concrete sample (Y-40% f_c) in post-salt freezing test at 80°C cycles loading uninterrupted and unloading prior to the salt freezing test, closely resembled that of the reference concrete specimen that had not been subjected to repeated loading and unloading cycles, with values respectively of 0.14 kg/m² and 0.12 kg/m², These **conclusion** findings suggest that the specimens exhibit increased shrinkage, approximately 50% greater, when they are in a desiccated state compared to other surfaces. The detrimental effects of frost damage on concrete surfaces during the initial phase are further exacerbated by the presence of salt."

Como **bases teóricas** fundamental para abordar esta investigación, es esencial destacar en primer lugar. **La helada** es un fenómeno que ocurre cuando el aire se enfría por debajo de 0 °C, lo que hace que el agua se congele. Esto suele suceder en las noches de invierno, cuando hace más frío, y provoca que las superficies y las plantas se cubran de hielo. (25).



Figura 3. Heladas en la Región de Puno.

Nota. superficie cubierta de un acapa vegetal congelada por la helada , (26).

Tabla 1. Temperaturas bajas en el año 2020

Estación	Departamento	Altitud	Temp. Mín. Absoluta	Fecha
Ilave	Puno	3850.00	-9.5 °C.	Julio 2020
Juliaca	Puno	3826.00	-13.2°C.	Julio 2020
Lampa	Puno	3900.00	-11.7°C.	Julio 2020

Fuente: (25)

De la tabla 1, se puede ver que las temperaturas en la reguin de puno se precentan en el mesde julio teniendo como la temperatura mas baja de -13.2°C.

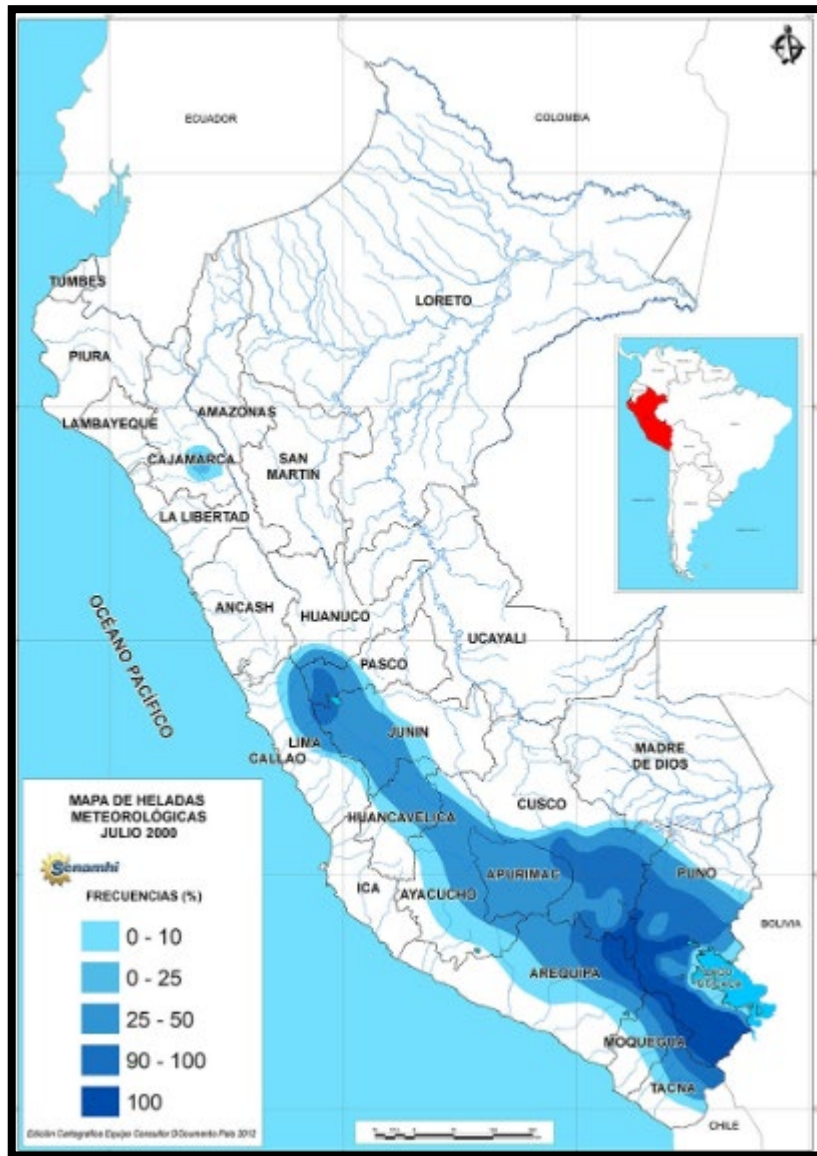


Figura 4. Mapa del Perú con la ubicación de los lugares más fríos o heladas

Fuente: (27)

En Puno, se llevaron a cabo estudios en diversas estaciones para determinar las áreas más afectadas por las heladas. Los resultados revelaron que la duración de las heladas varió significativamente, oscilando entre 55 y 139 días. Entre las estaciones más impactadas se destacan Crucero Alto, con 139 días de heladas, seguido de cerca por Ananea con 122 días, y Pampahuta con 121 días. Macusani y Mazo Cruz también experimentaron un largo período de heladas, con 118 días durante el invierno de 2020. (25)

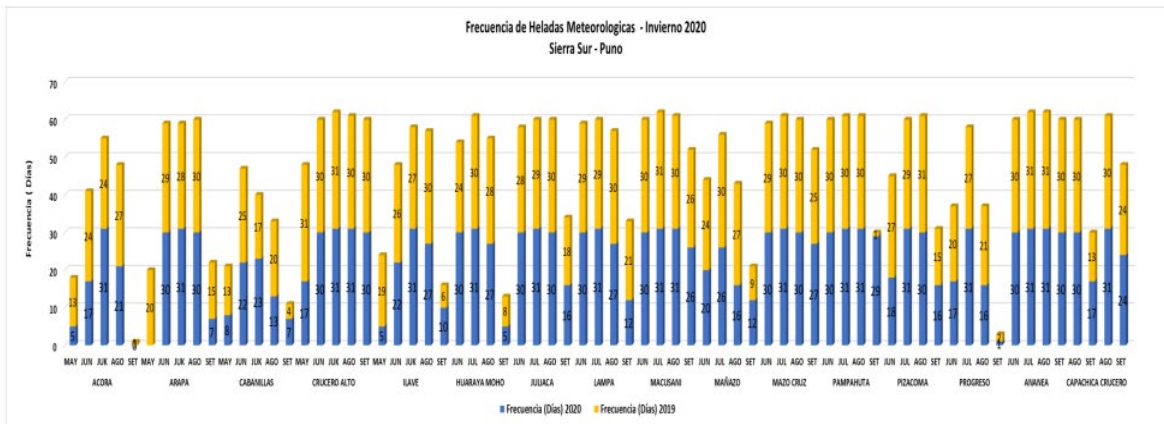


Figura 5. Frecuencia de heladas –Sierra Sur Puno

Fuente: (25)

Cemento portland tipo IP

Es un cemento hidráulico creado al moler el Clinker, que principalmente en calcio hidráulico en silicatos. Por lo general, incluye sulfato de calcio y ocasionalmente se añade caliza durante el proceso de molienda (28).

El cemento se presenta en cinco tipos:

Cemento tipo I: Ideal para cualquier aplicación en la que no sean necesarias las características particulares de otros tipos de cemento. Su utilización abarca concreto para pavimentos, suelos, estructuras de puentes, depósitos, reservorios, cañerías, elementos de albañilería y diversos productos de concreto pre construido, etc (29).

Cemento tipo II: tiene la capacidad de soportar a sulfatos y la generación de calor durante la hidratación. Es apto tanto para estructuras convencionales como para componentes expuestos a suelos o aguas subterráneas con niveles moderados, pero no excesivos, de concentración de sulfatos o calor derivado sobre la hidratación (29).

Cemento tipo III: Se asemeja al cemento tipo I descrito, pero se distingue por poseer partículas de mayor finura, lo que lo hace especialmente adecuado para situaciones donde se requiere un desmolde rápido en diversas actividades. (29)

Cemento tipo IV: Este tipo de cemento se elige debido a la reducida producción de calor durante la hidratación, lo que resulta en un proceso más gradual. Por ello,

es apropiado en clima cálido, contribuyendo a disminuir la generación de calor y ralentizando el proceso lento en el concreto. (29)

Cemento tipo V: Se emplea en situaciones exigentes de acción de sulfatos, especialmente en áreas donde el suelo y las aguas subterráneas presentan altas concentraciones. Su bajo contenido en aluminato tricálcico (menos del 5%) explica su resistencia a los sulfatos. Sin embargo, no es adecuado para soportar una exposición severa a los sulfatos. (29)

Concreto auto compactante: Se trata de un concreto que logra su compactación debido a la gravedad, ocupando los moldes y fluyendo entre las armaduras sin requerir compactación adicional interna o externa. Además, mantiene una uniformidad y estabilidad sin segregación mientras se coloca, gracias a su autonivelación. La consistencia de este tipo de concreto posee una cualidad viscosa distintiva que lo diferencia de los concretos convencionales de fluidez regular (30).



Figura 6. Ensayo de flujo del concreto auto compactante.

Aditivo plastificante

Son aditivos para el concreto tienen la capacidad de realzar las características del material. Son utilizados con el propósito de mejorar al concreto en estado fresco una mayor manejabilidad y facilidad de bombeo. No obstante, su aplicación también el incremento sustancial de la fuerza y la perdurabilidad del concreto final (31).



Figura 7. plastol 20+, plastificante.

Agregado

Se define como áridos inorgánicas que provienen de fuentes naturales o artificiales y que satisface con las dimensiones establecidas de la norma NTP 400.011. Estos elementos constituyen la fracción fragmentada presente en el concreto y se localizan dispersos en la pasta, aproximadamente entre el 65% y el 80% de la masa total del material. (32),

Agregado Fino

Es el material derivada de la degradación, ya sea artificial o natural de las formaciones rocosas, atravesando el tamiz con una abertura de 9,5 mm (3/8") y se adapta a los especificados en las directrices de la norma NTP (400.037) o (ASTM C 33). Respecto a la granulometría del agregado más pequeño (33).

Tabla 2. Granulometria de agregado fino.

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
(3/8)	(9,5)	(100)
(N° 4)	(4,75)	(95 a 100)
(N° 8)	(2,36)	(80 a 100)
(N°16)	(1,18)	(50 a 85)
(N°30)	(.595)	(25 a 60)
(N°50)	(.297)	(5 a 30)
(N°100)	(.149)	(0 a 10)
(N°200)	(.074)	(0 a 03)

Fuente: (34)

Agregado grueso

Es un recurso grueso, cuya sustancia obtenida de la descomposición de rocas de forma artificial o natural, detiene en el tamiz con abertura de 4.75 mm (número 4) y se ajusta a las pautas establecidas en la ASTM C 33 o NTP 400.037. La grava, a menudo conocida como "canto rodado", abarca los fragmentos diminutos de piedra que resultan de la degradación natural sobre las rocas debido a factores atmosféricos. Estas piezas suelen descubrirse en lechos de ríos y canteras, donde han sido depositadas por la naturaleza. (34).

Tabla 3. Granulométricos del agregado Grueso

N° ASTM	Tamaño normal	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100mm	90mm	75mm	63mm	50mm	37.5mm	25mm	19mm	12.5mm	9.5mm	4.75mm	236mm	1.18mm
		(<4")	(3 1/2")	(3")	(2 1/2")	(2")	(1 1/2")	(1")	(3/4")	(1/2")	(3/8")	(N°4)	(N°8)	(N°16)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	2" a N°4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	1 1/2" a 3/4"					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	1 1/2" a 3/4"					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	1" a 1/2"						100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5			
56	1" a 3/8"						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	1" a N°4						100	95 a 100		25 a 60	0 a 10	0 a 5	0 a 5	
6	3/4" a 3/8"							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	3/4" a N°4							100	50 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	1/2" a N° 4								100	90 a 103	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	3/8 a N° 8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: (34)

Agua

Se define como un líquido compuesto por una molécula que fusiona átomos de hidrógeno y oxígeno, lo que se conoce como agua. En una de sus características para la producción de concreto es fundamental tener en cuenta que la aparición de contaminantes en el agua genera consecuencias adversas en el concreto, afectando sus particularidades esenciales para su desarrollo y resistencia. Estos aspectos se evalúan durante el proceso de fraguado, con un análisis de la resistencia lograda a las 7 horas, 14 y 28 días (35).

Tabla 4. Límites máximos permitidos para el preparado y curado del concreto.

productos químicos disueltos	Cantidad máxima autorizada (en partes por millón)
partículas en suspensión	(500)
materiales naturales	(3)
alcalinidad	(1000)
sulfatos	(600)
cloruros	(1000)
ph	(entre 5 y 8)

Fuente: (35)

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación: básica es una investigación científica que busca perfeccionar las teorías existentes con el fin de lograr una comprensión y predicción más precisas de fenómenos naturales u otros tipos de fenómenos (36)

La presente investigación se sitúa a un ámbito **básico**, dado que su objetivo radica en ampliar la investigación sobre la influencia de las heladas en el rendimiento del concreto en la región de Puno.

Diseño de investigación: experimental, es un enfoque de investigación utilizado para establecer una conexión causal entre dos o más variables. En este tipo de estudio, el investigador deliberadamente modifica la variable independiente con el propósito de observar cómo esta manipulación afecta a la variable dependiente. (37)

En la presente investigación está enfocado en un diseño **experimental** que realiza pruebas y ensayos de laboratorio con el objetivo de observar los efectos del concreto a condiciones de la helada.

Nivel explicativo.

El nivel **explicativo** representa un nivel de investigación más profundo que tiene como objetivo desentrañar las causas o motivos detrás de un fenómeno en cuestión. En esencia, este nivel de investigación se emplea para responder preguntas fundamentales, tales como "¿Por qué ocurre esto?" o "¿Cuáles factores ejercen influencia en esto?" (38).

Mi investigación es de nivel **explicativo** porque busca explicar las causas o los motivos de los efectos de la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante en Puno.

Enfoque cuantitativo.

La investigación **cuantitativa** es un enfoque que emplea datos numéricos para abordar cuestionamientos específicos. Los investigadores cuantitativos obtienen información en forma de números a través de instrumentos como encuestas,

cuestionarios o experimentos. Estos datos se someten a análisis estadísticos con el fin de corroborar la validez de nuestras suposiciones o hipótesis (38).

En esta investigación de enfoque **cuantitativo**, se recopilaron datos numéricos relacionados con la resistencia mecánica del concreto. Esta elección se debe a que la investigación se centra en obtener información numérica con el propósito de observar y comprender cómo el concreto responde en condiciones climáticas adversas. Además, se empleará análisis estadístico para examinar y sacar conclusiones a partir de estos datos.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Helada (Bajas temperaturas).

Definición Conceptual: La helada meteorológica es un acontecimiento climático ocurrente cuando la temperatura del aire cae a valores iguales o inferiores a 0 °C, de acuerdo al estándar de medición establecido en la instalación de las estaciones meteorológicas (25).

Definición Operacional: Las heladas se manifiestan debido a las bajas temperaturas, un fenómeno común en altitudes elevadas a los 3000 msnm, donde se producen reducciones drásticas en la temperatura. Esta variable se pone en práctica en dos dimensiones. En la **primera** dimensión, se exploran las características del concreto expuesto a la helada, con la medición indicadora en grados Celsius (°C). En la **segunda** dimensión, se analizan las propiedades del concreto resguardado bajo techo, también utilizando la medición indicadora en grados Celsius (°C). Este contexto revela que las heladas son consecuencia directa de las condiciones climáticas adversas, particularmente en zonas de elevada altitud, lo que hace esencial evaluar cómo el concreto responde a estas variaciones de temperatura en diferentes situaciones, ya sea en la intemperie o bajo resguardo (25).

Variable dependiente: Resistencia mecánica del concreto auto compactante.

Definición Conceptual: La resistencia mecánica del concreto es evaluada principalmente mediante ensayos de laboratorio, como la prueba de resistencia a la compresión. En este proceso, se someten testigos de concreto a fuerzas axiales

para medir su capacidad de soportar cargas verticales. Además, es relevante realizar pruebas de resistencia a la flexión, ya que estas propiedades juegan un papel crucial en diversas aplicaciones y condiciones estructurales. De esta manera, se garantiza que el concreto responda con la calidad y seguridad esenciales para diferentes proyectos de construcción y edificación (39).

Definición Operacional: como está definido en base operacional mente por que las particularidades mecánicas del concreto cuya capacidad es lograr la resistencia deseada en su diseño y producción, buscando alcanzar un nivel de fortaleza óptimo. Este aspecto se aborda de la siguiente manera: En la **primera** dimensión, se analizan las propiedades de la mezcla en su estado inicial, lo cual se refleja mediante un indicador (I1) que evalúa su facilidad de manipulación y conformación. En la **segunda** dimensión, se examina la capacidad de resistencia a la compresión, desglosándola en tres indicadores distintos (I1 a los siete días, I2 a los catorce y I3 a los veintiocho días). Por último, en la **tercera** dimensión, se contempla la resistencia a la flexión, también dividida en tres indicadores (I1 a los siete días, I2 a los catorce y I3 a los veintiocho días), utilizando una escala de medición como punto de referencia (40).

Tabla 5. Matriz de operacionalizacion de variable

variable	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente:		
Helada	Bajo techo	I1: °C
	A la exposición a la helada	I1: °C
Variable dependiente:		
Resistencia mecánica del concreto auto compactante	Resistencia a la compresión	I1: 7días
		I2: 14días
		I3: 28días
Resistencia mecánica del concreto auto compactante	Resistencia a la flexión	I1: 7días
		I2: 14días
		I3: 28días
	Aditivo plastificante	I1: 250 ml/bls

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

la población se describe al total de casos que cumplen con la características con un conjunto específico de o especificaciones, En este sentido, el investigador debe seleccionar cuidadosamente los datos que utilizará para crear su estudio (41).

La **población** de estudio estará compuesta por las unidades de concreto auto compactante con una resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Estos materiales tendrán tratamientos con plastificante para mejorar su comportamiento. Además, se incluirá una muestra patrón de control que no recibirá la adición de plastificante para poder realizar comparaciones y evaluaciones adecuadas en la región de puno.

Muestra

la muestra se refiere al grupo o región específicos que se han seleccionado para realizar el estudio, y se considera un subconjunto representativo de una población más amplia. (41)

La **muestra** estará compuesta por 144 especímenes para evaluar la resistencia por compresión y resistencia por flexión. “En el distrito de San Miguel, provincia de San Román, zona de Puno”, estas pruebas se realizarán un tipo de concreto con una fuerza nominal de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 6. Ensayos en laboratorio.

Ensayos	C° Patrón						Dosificaciones de aditivo plastificante (250ml/bol)						Sub, Total	Total	
	Expuesto a la helada			Protegido			Expuesto a la helada			protegido					
	7,d	14,d	28,d	7,d	14,d	28,d	7,d	14,d	28,d	7,d	14,d	28,d			
Compresión	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72	144
Flexión	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72	
Diseño de mezcla				1									1		2
Asentamiento		1			1			1				1		4	4

Muestreo

el **muestreo** es una técnica estadística que permite seleccionar un subconjunto de elementos de una población de forma que cada elemento, posea una probabilidad conocida de ser seleccionado. (42)

El **muestreo** en esta investigación será no probabilístico, ya que se seleccionarán las muestras considerando todas las características presentes en las briquetas, tanto las de forma cilíndrica como las de tipo viga, siguiendo un criterio específico.

Unidad de análisis: Se refiere a elemento específico investigado que esta conformado por la población. (42)

En esta investigación se utilizaron un total de 144 muestras, compuestas por 72 unidades de briquetas para la evaluación de la fuerza a compresión y 72 vigas para la evaluación de la fuerza a la flexión.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de investigación: son las herramientas que permiten al investigador obtener información sobre un fenómeno o problema de investigación. (42)

En el contexto de esta investigación, se aplicarán técnicas de observación directa y métodos específicos para recopilar datos, lo que incluirá ensayos en laboratorio y posterior la interpretación de los resultados. La observación directa será una herramienta esencial para garantizar la precisión en la recopilación de datos y, al mismo tiempo, facilitar la comprensión tanto de las causas como de las posibles consecuencias de los fenómenos observados.

Observación directa: es un método que consiste en la observación del comportamiento de los sujetos de estudio en su entorno natural, y el registro de las observaciones de forma sistemática (38).

En la actual investigación utilizaremos la técnica de **observación directa**, en el estudio actual para obtener los datos y la información esencial de laboratorio.

Instrumentos de recolección: Los instrumentos de medición, que son las herramientas empleadas para capturar información o datos relacionados con las variables bajo estudio, se establece un vínculo entre la teoría y la aplicación práctica (38).

Utilizaremos formatos normalizados de la ASTM, que comprenderán formularios de registro para la recopilación de datos, equipamiento de laboratorio, herramientas y software para su posterior procesamiento.

Tabla 7. Formatos estandarizados de ensayos de laboratorio ASTM.

Ensayo	Código de formato ASTM
Compresión	C39-18
Flexión	C78-20
Asentamiento	C192-20

De acuerdo con SENAMHI (2022) los datos del estudio se registraron a través de la medición y registro de información estadística referente a la temperatura diaria en la Región Puno. Estos datos se registraron de la estación meteorológica de la universidad andina Néstor Cáceres Velásquez. Adicionalmente, se recolectaron muestras en campo que fueron sometidas a pruebas de laboratorio de acuerdo a las normas señaladas en la tabla N°8.

Tabla 8. Datos de temperaturas registrados en la región de Puno, Perú, en el año 2022.

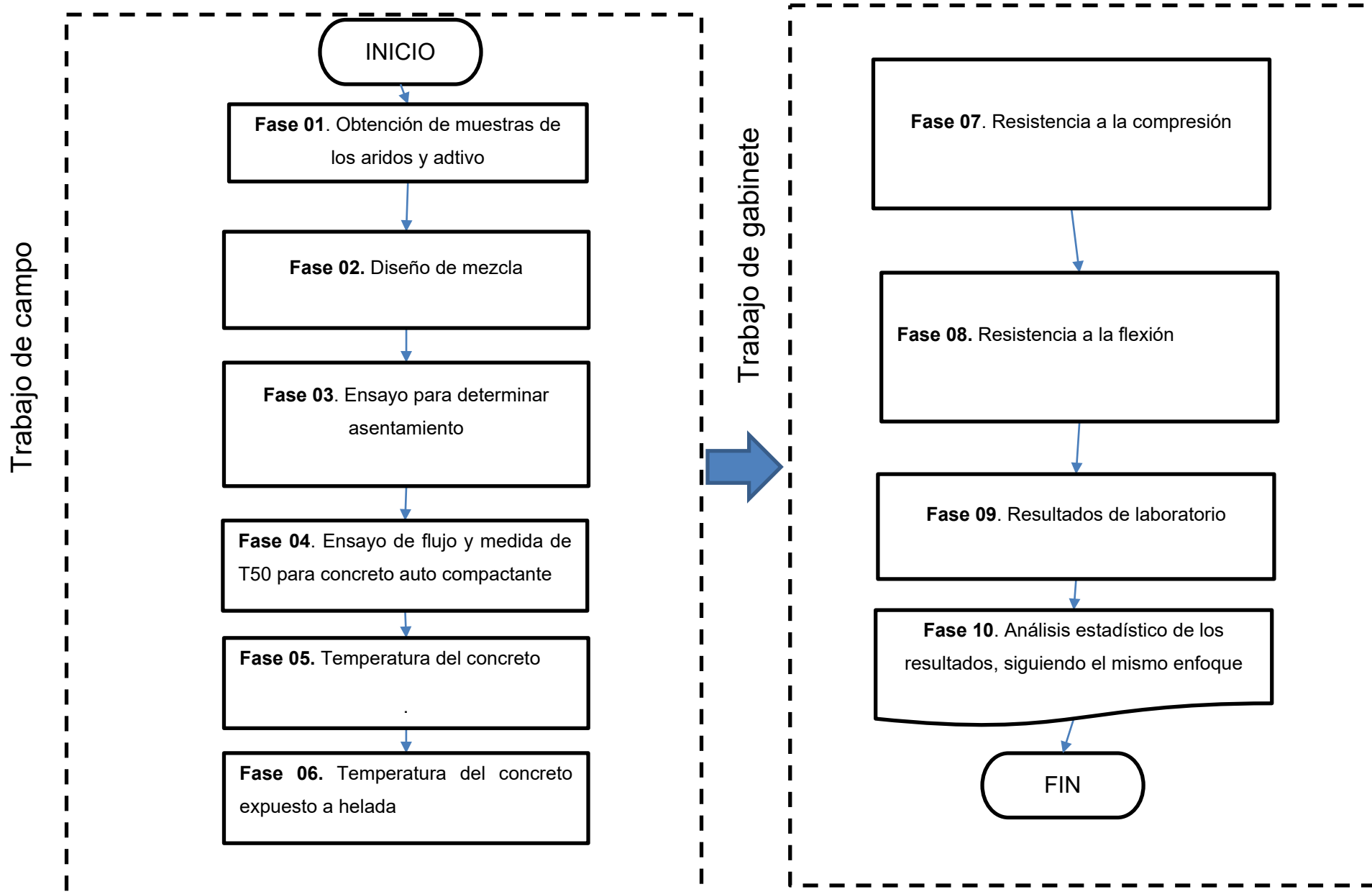
MES	TEMPERATURA MEDIA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MEDIA MÍNIMA (°C)
Enero,	(17)	(-5)
Febrero,	(17)	(-4)
Marzo,	(17)	(-5)
Abril,	(16)	(-4)
Mayo,	(16)	(-4)
Junio,	(15)	(-11.8)
Julio,	(14)	(-20)
Agosto,	(14)	(-15)
Septiembre,	(15)	(-15.4)
Octubre,	(16)	(-4)
Noviembre,	(17)	(-5)
Diciembre,	(17)	(-5)

Fuente: (25)

Es evidente que en la región de Puno las temperaturas son consistentemente bajas a lo largo del año. La temperatura máxima promedio se sitúa en torno a los 17°C, mientras que la temperatura mínima promedio desciende hasta los 0°C. Los meses más cálidos se ubican en enero y febrero, con temperaturas máximas que pueden alcanzar los 19°C. Por otro lado, los meses más fríos comprenden julio y agosto, donde las temperaturas mínimas pueden descender hasta -20°C.

3.5 Procedimientos

Figura 8 . Diagrama de flujo del procedimiento.



Fase 01. Obtención de muestras de los áridos y aditivo

Obtención de muestras de los áridos finos

El material fino fue adquirido del kilómetro 17 de la carretera que conecta Juliaca - isla.

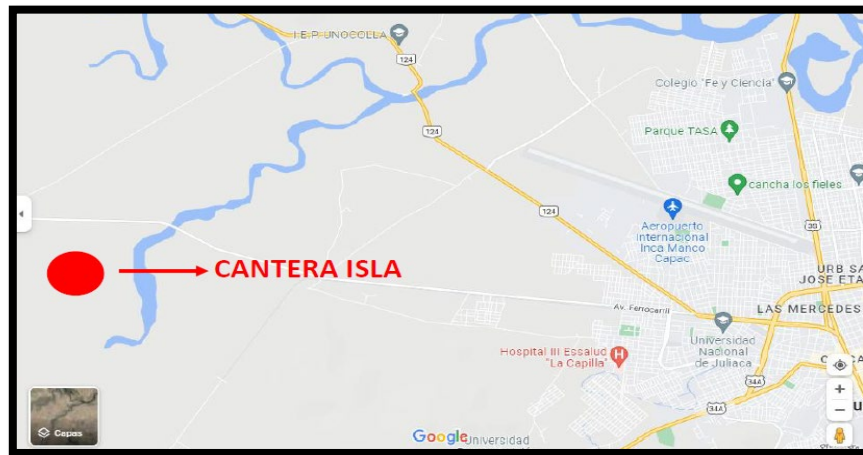


Figura 9 .Ubicación de cantera isla.

Fuente: Google Maps

Obtención de muestras del árido grueso

El material de agregado grueso fue adquirido de la planta chancadora **JESERVI** ubicado km 283+500, carretera Juliaca Arequipa.



Figura 10 .Ubicación de la planta chancadora jeservi.

Fuente: Google Maps

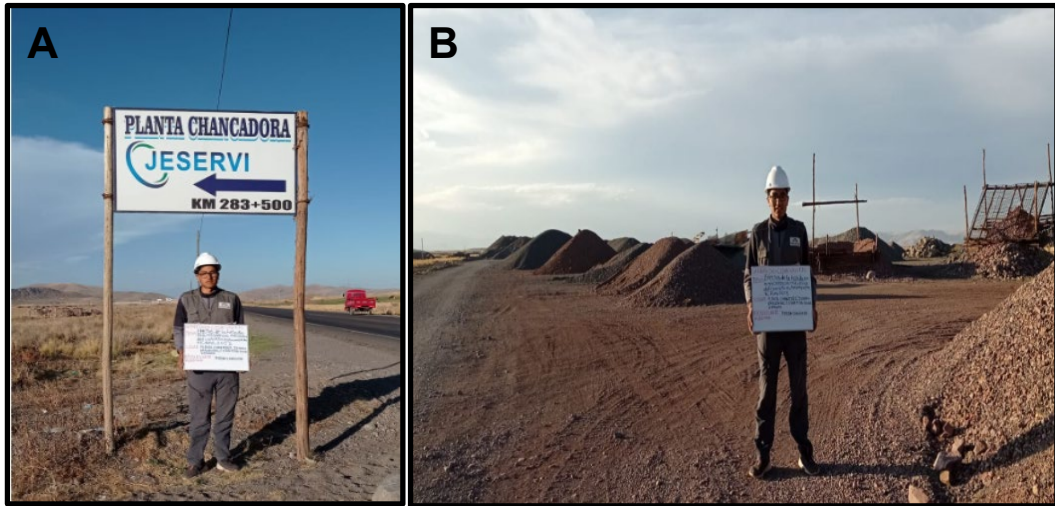


Figura 11 . Obtención de muestras de los agregados gruesos

Nota. (A) Señalización para el ingreso a cantera JESERVI. (B) Acopio de la piedra chancada en cantera JESERVI.

Obtención de plastificante PLASTOL 20+ QSI PERU SAC.



Figura 12 .Plastol 20+ QSI Perú SAC

Fase 02. Diseño de mezcla

Análisis granulométrico de partículas finas y gruesas.

El análisis granulométrico se centra en organizar las partículas de un agregado según su tamaño, con el objetivo de asegurar que la distribución del material cumpla con los límites establecidos por las normativas actuales y vigente (43).

Normativa:

El análisis granulométrico tiene como objetivo es evaluación de la distribución de partículas presentes en los áridos fino y grueso. Este proceso se encuentra regido

por las normativas establecidas, siendo las principales la NTP 400.012, la ASTM C136 y la NTP 400.037.

Objetivos:

- La determinación del tamaño de los áridos grueso y fino se realiza a través del proceso de tamizado
- La determinación del tamaño máximo nominal para los áridos grueso y fino es crucial en la caracterización de estos materiales y el módulo de fineza.
- Verificar, que la curva granulométrica resultante del ensayo cumpla con la normativa correspondiente.

Instrumentos:

- Tamices incluyen dimensiones como ½ pulgada, 3/8 de pulgada, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, y un tamiz de fondo. Además, en este procedimiento se utiliza el tamiz (N°200).
- Balanza con una exactitud de 0.1 gramos o el 0.1% del peso medido, mientras que, para el árido grueso, la balanza tiene una precisión de (0.5) gramos o el 0.1% del peso medido.
- Recipientes deben tener la capacidad suficiente para alojar la totalidad del material a analizar
- Horno capaz de mantener una temperatura(C°) uniforme de 100 °C, con una desviación no superior a ± 5 °C.
- Cucharones.
- Brocha.

Procedimiento:

Agregado fino.

- Pesar 500 gramos de muestra de árido fino en condiciones húmedas, lo que significa que se pesa en su estado natural sin haber sido previamente secado.
- Lavar la muestra utilizando el tamiz número 200, con el propósito de eliminar fino que atraviesa este tamiz.

- transferir la muestra retenida en el tamiz numero 200 a un recipiente y colóquela al horno y mantener una temperatura de 100 ± 5 °C durante un día completo.
- Extraiga del horno agregado fino y dejar que enfríe antes de proceder a su pesaje.
- Organice de manera ordenada los tamices y el fondo, siguiendo las instrucciones proporcionadas en la sección de instrumentos. Al verter el árido, utilice una tapa en la parte de arriba para evitar las pérdidas de finos.
- Realizar movimientos laterales durante un tiempo, hasta confirmar que ya no pasa más agregado a través de los tamices.
- Coloque en la balanza un recipiente y tararlo para que el peso del recipiente no se tome en cuenta. Pese y anote los pesos del agregado en cada uno de los tamices, calculando el % retenido y acumulado. Luego, determine el % acumulado que pasa y verifique que el último % esté en concordancia con lo establecidos en la NTP 400.012. Cabe destacar que cada tamiz tiene límites específicos de gradación, y es esencial garantizar que el porcentaje acumulado que pasa se sitúe dentro de estos límites para asegurar que la curva granulométrica cumpla con los requisitos establecidos (43) .

Tabla 9. Granulometría del agregado fino.

tamiz estándar	porcentaje que pasa	
9.52mm (3/8")	100	100
4.75mm (N°4)	95	100
2.36mm (N°8)	80	100
1.18mm (N°16)	50	85
0.60mm (N°30)	25	60
0.30mm (N°50)	10	30
0.15mm (N°100)	2	10

Fuente: (44)

- Como se indica en la NTP 400.012, deben sumarse los porcentajes retenidos en cada tamiz y el total debe dividirse por 100 para hallar el módulo de fineza.



Figura 13 .Evaluación del tamaño de partículas en el árido fino.

Nota. (A) División en cuartos del árido fino. (B) Masa del árido fino utilizada en la granulometría (500.00 gramos). (C) Proceso de lavado con el fin de eliminar partículas finas en la malla N° 200. (D) Tamices empleadas en la clasificación granulométrica del agregado fino.

Agregado grueso.

- Distribuir de forma circular para facilitar el cuarteo, dividiéndolo en cuatro partes. Seleccionar dos partes diagonales no consecutivas de manera que se garantice la presencia tanto de piedras grandes como de piedras pequeñas, asegurando así una gradación adecuada.
- La cantidad de árido grueso a analizar debe adecuarse a las directrices establecidas por la NTP 400.012. Dado que el tamaño máximo nominal (del árido grueso es de 3/4", se necesitan 5 kg de muestra en este contexto.
- Ubicar la muestra seleccionada en el horno a una temperatura de 100 ± 5 °C durante todo el día.

Tabla 10. Proporción mínima del agregado a ensayar.

Tamaño Máximo Nominal (TMN) milímetro (pulgada).	Muestra a Ensayar kilogramos (libra).
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.9 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: (45)

- Extraer el agregado grueso del horno y esperar que se enfríe luego a proceder a su pesaje.
- Organizar de manera ordenada los tamices y el fondo, siguiendo las indicaciones en la sección de instrumentos. Verter la muestra cuidadosamente a través del tamiz superior, utilizando la tapa para evitar pérdidas de material.
- Mover lateralmente los tamices durante un intervalo de tiempo hasta verificar que no hay más paso de agregado a través de cada uno de ellos.
- En la operación, sitúe un recipiente en la balanza, ajustándola a cero (tara) para excluir el peso del recipiente. Luego, proceda a pesar y registrar los pesos retenidos del agregado en cada tamiz, tomando nota de los porcentajes retenidos respectivos. Realice el cálculo del porcentaje retenido acumulado. A continuación, hay que comprobar si el % de paso total está dentro de los límites de gradación de la NTP 400.012. Para asegurarse de que la curva de gradación satisface las especificaciones de cada tamiz, es imperativo asegurarse de que el % acumulado de pasadas está dentro de estos límites.
- Calcular el Tamaño Máximo y el (TMN) de acuerdo con las NTP 400.037.
- Para determinar el módulo de finura, Se suman los porcentajes retenidos en cada uno de los tamices (tamaños: 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100)

para hallar el módulo de finura. A continuación, se siguen las instrucciones de la norma NTP 400.012 para dividir este total por 100.



Figura 14 . Análisis granulométrico del agregado grueso.

Nota. (A) División en cuartos del árido grueso. (B) Masa del árido grueso utilizada en la granulometría (3000.00 gramos). (C) Tamices empleadas en la selección granulométrica del árido grueso.

Cantidad de humedad en los áridos gruesos y finos.

El procedimiento detallado tiene como propósito calcular el % total de humedad que puede evaporarse del agregado, abarcando tanto la fracción fina como la gruesa. Se lleva a cabo mediante el método de secado, permitiendo así la medición de la humedad de los poros del agregado y la humedad superficie del agregado (46).

El procedimiento detallado tiene como propósito calcular el % total de humedad que puede evaporarse del agregado, abarcando tanto la fracción fina como la gruesa. Se lleva a cabo mediante el método de secado, permitiendo así la medición de la humedad de los áridos y la humedad de superficie.

Normativa

Para determinar el contenido de humedad para el árido fino como grueso se realiza conforme a las directrices especificadas en la NTP 339.185 o ASTM C 566.

Objetivo:

calcular el porcentaje (%) de contenido de humedad para el árido fino como grueso mediante el cálculo correspondiente.

Instrumentos:

- Horno con la capacidad de mantener 100 °C, con una variación no superior a ± 5 °C.
- balanza eléctrica de 0.1% de precisión.
- Recipientes deben tener la capacidad suficiente para alojar la totalidad del material a analizar sin ser afectado por el calor

Procedimiento:

- Se anotan pesos de 423.76 gramos para el árido grueso 267.21 gramos para el árido fino.
- Se coloca en el horno durante todo el día a 100 ± 5 °C constante.
- Retirar del horno la muestra y permitir que se enfríen antes de proceder a su pesaje.

Calculo:

Para calcular la humedad de los áridos, utilizaremos la ecuación:

Ecuación 1.

Humedad presente en el arido fino como grueso.

$$\mathbf{H} = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_2} \right) \times 100$$

Fuente: (45)

Donde:

H= Porcentaje de humedad.

W_1 = El peso del árido en su estado natural, es decir, sin procesar o secar.

W_2 = El peso del agregado después de haber sido sometido a un proceso de secado.



Figura 15 . Porcentaje de humedad del agregado fino y grueso.

Nota. (A) Masa del árido fino destinada al ensayo de porcentaje de humedad (267.21gr). (B) Masa del arido grueso utilizada en el ensayo de porcentaje de humedad (423.76 gramos). (C) Colocado al horno agregado fino. (D) Colocado al horno agregado grueso.

Determinación del peso específico, masa específica y grado de absorción del árido fino.

Este ensayo resulta fundamental para determinar el volumen ocupado por el arido fino en diferentes mezclas que incorporan árido, cemento y otros componentes analizados según el volumen absoluto. La absorción se emplea para evaluar la variación que experimenta el árido fino debido al agua que se absorbe en los porosos de sus partículas (47).

Normativa:

El proceso descrito en ASTM C 128 o NTP 400.022 se utiliza para determinar el peso específico y la absorción del árido fino.

Objetivos:

Determinar el peso específico aparente y másico en condiciones de saturación superficial seca y el nivel de absorción del árido fino.

Instrumentos:

- Se requiere una balanza con una exactitud del 0.1%.
- Se requiere un horno con la capacidad de mantener 100 °C con una variación no mayor a ± 5 °C.
- Se requiere un picnómetro de 500 cm³.
- se requiere Tamiz número 04.
- Recipientes que posean la capacidad de albergar la totalidad del material a someter a ensayo.

Procedimiento:

- Tamizar la muestra utilizando el tamiz N°4 y emplear la parte que atraviesa el tamiz. Luego, medir el peso de dos muestras, cada una de 500 gramos, provenientes de la porción que ha pasado a través del tamiz N°4. Registrar el peso individual de cada frasco para determinar el peso total del recipiente.
- Con la asistencia de un embudo, se vierten con precaución los 500 gramos de agregado fino en el frasco (picnómetro).
- Añadir agua (H₂O) destilada y remover el frasco para eliminar el aire. Si es necesario, añada más agua sea necesario para alcanzar la marca indicada en el picnómetro.
- Verter con cuidado el contenido del picnómetro en un recipiente y permitir que sedimente.
- Colocar las muestras en el horno y mantenerlas a 100 ± 5 °C durante todo el día.

- Retirar las muestras del horno y permitir que se enfríen antes de llevar a cabo la medición de su peso.

Calculo:

Aplicaremos la siguiente fórmula para determinar el peso específico del árido fino:

Ecuación 2.

Contenido de Humedad en Agregados Fino como Grueso.

$$\gamma_{A.F} = \left(\frac{W_S}{V_F - V_{agua}} \right)$$

Fuente: (45)

Donde:

$\gamma_{A.F}$ = Peso específico del agregado fino.

W_S = Peso de la arena secada en horno.

V_F = Volumen del frasco.

Agua = Peso del volumen de agua contenida en el frasco.

-Utilizamos la siguiente fórmula para determinar el peso específico de la masa saturada seca superficial:

Ecuación 3.

peso específico de la masa superficialmente seca en áridos finos saturados.

$$\gamma_{SSS} = \left(\frac{W_S}{W_S - V_{agua}} \right)$$

Fuente: (45)

Donde:

v_{Agua} = Masa del Volumen de Agua Retenido en el Frasco.

W_S = Masa de Arena Después del Proceso de Secado en Horno.

γ_{SSS} = Determinación del Peso Específico de la Masa Saturada seca Superficial.

- Para determinar el peso específico aparente del árido fino se utilizará la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Determinación del Peso Específico Aparente del Árido Fino.

$$\gamma_{ap} = \left(\frac{W_S}{(V_F - V_{agua}) - (W_{SSS} - W_S)} \right)$$

Fuente: (45)

Donde:

γ_{ap} = Determinación el Peso Aparente Específico.

V_F = Volumen del frasco.

W_S = Masa de Arena Después del Proceso de Secado en Horno.

Agua = Peso del volumen de agua contenida en el frasco.

W_{SSS} = Muestra Saturada Superficial Seca.

- Utilizamos la siguiente fórmula para determinar el grado de absorción del árido fino:

Ecuación 5.

Evaluación del Grado de Absorción en el Árido Fino

$$\%A = \left(\frac{W_{SSS} - W_S}{W_S} \right) \times 100$$

Fuente: (45)

Donde:

$\%A$ = Grado de absorción.

W_S = Masa de Arena Después del Proceso de Secado en Horno.

W_{SSS} = peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca.

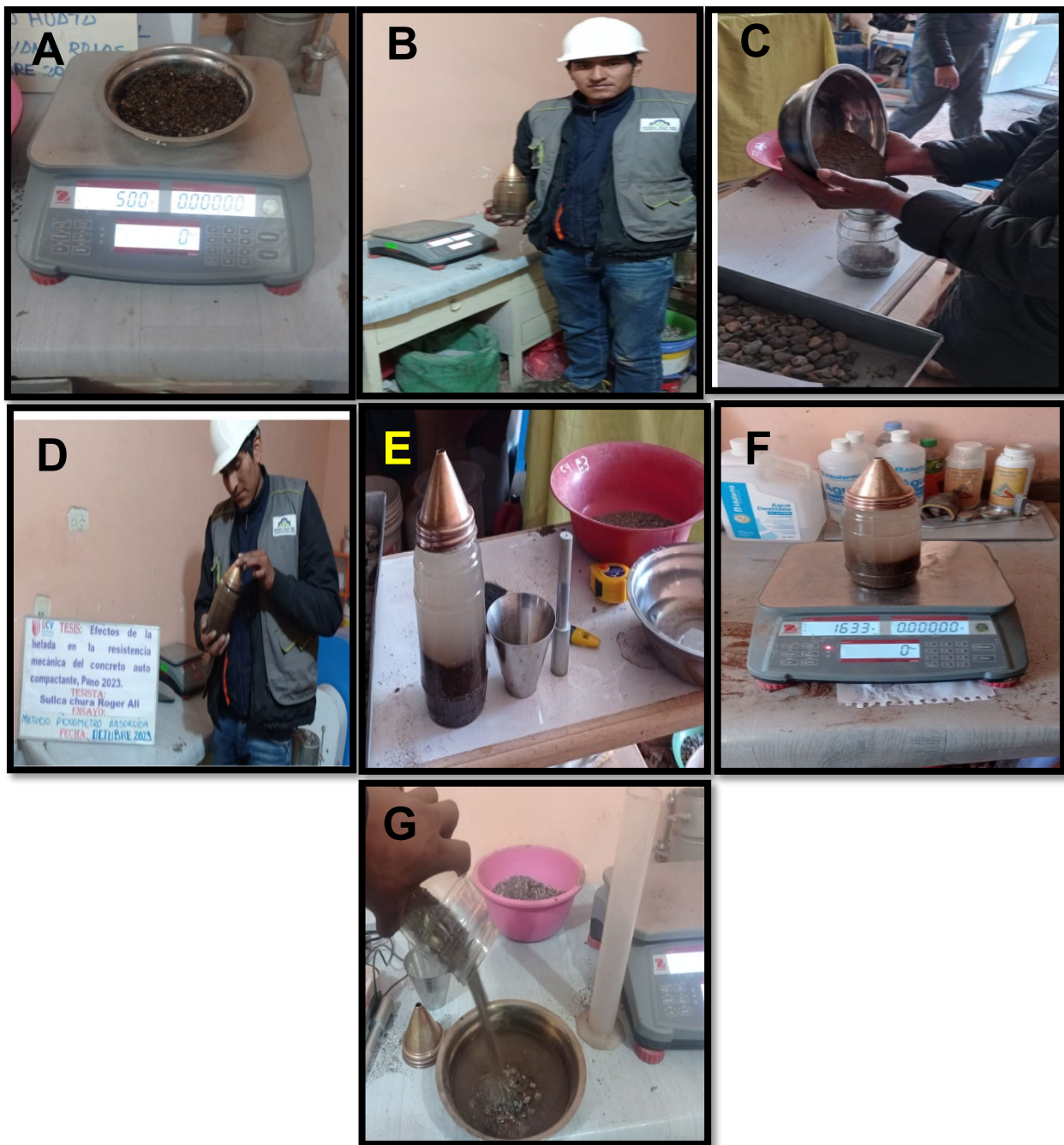


Figura 16 . Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Nota. (A) Cantidad de árido fino utilizada en el ensayo de peso específico y absorción (500 gr.). (B) peso del recipiente empleada en la prueba de peso específico y absorción del árido fino. (C) Introducción del árido fino en el picnómetro mediante el uso de un embudo. (D) girar el picnómetro para eliminar posibles burbujas de aire. (E) Permitir que el árido fino repose en el picnómetro (F) Masa de la muestra más el picnómetro, junto con el agua. (G) Extracción de la muestra hacia un recipiente.

El grado de absorción del árido grueso y su peso específico en masa.

Este proceso es esencial para determinar cuánto espacio que entra el árido grueso en diversas mezclas que contienen áridos, cemento y otros elementos que se evalúan en términos de volumen absoluto. La fluctuación de masa que experimenta el árido grueso como resultado del agua absorbida en los espacios porosos entre sus partículas se mide mediante absorción. (48).

Normativa: Según las directrices de ASTM C 127 o NTP 400.021, se miden el peso específico y el índice de absorción del árido grueso.

Objetivos:

Determinar el peso específico de la masa, la masa saturada superficialmente seca, el peso específico aparente y el grado de absorción del árido grueso mediante cálculos. (48).

Instrumentos:

- Se requiere una balanza con una exactitud del 0.5%.
- Se requiere un horno con la capacidad de mantener 100 °C con una variación no mayor a ± 5 °C.
- Canastilla con una abertura máxima de 3mm.
- Se requiere un balde de agua de 20 lts.
- Recipientes con la capacidad suficiente para contener todo el árido que se va a ensayar.
- Tamiz N°04.
- Trapo industrial o Franela.

Procedimiento:

- En primer lugar, se pesan 4 kg de árido grueso utilizando la técnica de cuarteo, seleccionando dos partes de agregado de 2000 g cada una para garantizar una buena gradación. Esta muestra se pasa a través del tamiz número 4 para excluir el árido que atraviesa dicho tamiz.
- Lavar la muestra con cuidado para eliminar la finura y sumergirla en un recipiente con la capacidad necesaria para toda la muestra durante 24 horas.

- Drenar el agua de manera cuidadosa, asegurándose de no perder ninguna piedra, y permitir que el agregado se seque al aire a temperatura ambiente o utilizar una franela para secarlo superficialmente.
- Pesar el agregado y registrar el peso de la muestra saturada superficialmente seca.
- Para determinar el peso de la muestra en agua más el peso de la cesta, se pesa la cesta sumergida en agua y luego se coloca en ella el árido.
- Tras sacarlo de la cesta, el árido se ubica en un recipiente y se deja en el horno para que se seque durante un día entero.
- Finalmente, el árido grueso se retira del horno, y luego se deja que enfrié para determinar el peso de la muestra secada en horno.

Calculo:

Fórmula para obtener el peso específica del árido grueso:

Ecuación 6.

Determinación del Peso Específico del Árido Grueso.

$$\gamma_{A.G} = \left(\frac{W_S}{W_{SSS} - W_{Sa}} \right)$$

Fuente: (49).

Donde:

$\gamma_{A.G}$ = Medición del Peso Específico del Árido Grueso.

W_S = Masa de Arena Después del Proceso de Secado en Horno.

W_{SSS} = Masa de la muestra con saturación seca superficial.

W_{Sa} = El peso de la muestra saturada sumergida en agua.

- Utilizaremos la siguiente fórmula para determinar:

Ecuación 7.

Determinación del Peso Específico de la Masa Saturada Superficialmente Seca en el Árido Grueso.

$$\gamma_{SSS} = \left(\frac{W_{SSS}}{W_{SSS} - W_{Sa}} \right)$$

Fuente: (49).

Donde:

γ_{SSS} =Masa específico saturada superficial seca.

W_{SSS} =Masa de la Muestra Saturada Superficialmente Seca.

W_{Sa} =Peso de la Muestra Saturada Sumergida en Agua.

-Aplicaremos la siguiente fórmula para determinar:

Ecuación 8.

Determinación del Peso Específico Aparente del Árido Grueso.

$$\gamma_{ap} = \left(\frac{W_s}{W_s - W_{Sa}} \right)$$

Fuente: (49).

Donde:

γ_{ap} =Determinación del Peso Específico Aparente.

W_{Sa} =Peso de la Muestra Saturada Sumergida en Agua.

W_s =Masa de Arena Después del Proceso de Secado en Horno.

-Aplicaremos la siguiente fórmula para determinar:

Ecuación 9.

Cálculo del Grado de Absorción (%) en el Árido Grueso.

$$A\% = \left(\frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \right) X 100$$

Fuente: (49).

Donde:

%A= Grado de absorción.

W_s =Masa de Arena Después del Proceso de Secado en Horno.

W_{SSS} =Masa de la Muestra Saturada Superficialmente Seca.



Figura 17 . Peso Específico y Absorción del agregado grueso

Nota. (A) Árido grueso sumergido 24hr en agua. (B) secado de árido grueso. (C) Canastilla para sumergir en agua el árido grueso. (D) Árido grueso expuesto al horno durante un período de 24 horas.

Peso de las partículas finas y gruesas en forma volumétrica suelta.

El peso por unidad de volumen es lo que determina el peso unitario suelto.

Normativa:

las normativas como ASTM C29 o NTP 400.017.

Objetivo:

analizar el peso unitario suelto del árido fino como grueso se determina calculando el peso. Este parámetro se obtiene mediante procedimientos específicos establecidos en normativas como ASTM C29 o NTP 400.017.

Instrumentos:

- Se requiere una balanza con una precisión del 0.1%.
- Se necesitan moldes cilíndricos de acero con un diámetro(\emptyset) de 15.00 cm y una altura de 30.0 cm.
- Implemento en forma de cucharón.
- Brochas.
- Regla de aluminio o metal.

Procedimiento:

- Se procede a medir el peso del molde en el cual se verterá el agregado.
- Se llena el molde hasta que el agregado rebose y se nivela en la parte superior mediante el uso de una varilla lisa o regla metálica.
- Se procede a limpiar cualquier exceso que esté dentro del molde utilizando una brocha y luego se pesa la muestra, obteniendo así el peso de la muestra más el molde.
- Se realiza el ensayo en diversas ocasiones para elegir tres muestras que no presenten diferencias significativas en sus pesos.

Calculo:

-Utilizamos la siguiente fórmula para determinar:

Ecuación 10.

Determinación del Peso Unitario Suelto Seco del árido Fino o Grueso.

$$PUSS = \left(\frac{PUSH}{1 + H} \right)$$

Fuente: (50)

PUSS= Determinación del Peso Unitario Suelto Seco en Arido Fino o Grueso.

H= Determinación del Contenido de Humedad en Arido Fino o Grueso.

PUSH= Peso Unitario Suelto Húmedo en Arido Fino o Grueso mediante la División del Peso del Agregado entre el Volumen del Molde.



Figura 18 .Peso Volumétrico Suelto de Agregado Fino y Grueso.

Nota. (A) Medir el peso del molde con el objetivo es calcular el peso unitario suelto del árido grueso y fino. (B) Colocar el agregado en el molde hasta que se desborde el material.

Análisis Volumétrico Varillado en el Árido grueso y fino según la Normativa.

Conforme a las Normas ASTM C 29 o NTP 400.017.

Objetivo:

Determinación del Peso Unitario en el Árido Fino y Grueso.

Instrumentos:

- Características de la Balanza con una Exactitud del 0.1%.
- Moldes cilíndricos de Ø de 15 cm y altura de 30cm.
- Cucharón.
- Comba de goma.
- Varilla Lisa de Acero (Diámetro = 5/8 pulgadas, Longitud = 60 cm)
- Escobilla

Procedimiento:

- Registrar el peso del recipiente que albergará el árido.
- Llenar el recipiente con árido hasta alcanzar una loma no superior a 05 cm sobre arriba del borde, utilizando un cucharón. La carga de agregado debe llegar aproximadamente a un tercio del contenido total del molde.
- Compactar el agregado de manera uniforme realizando 25 apisonamientos con la varilla lisa y golpear el contorno del molde 15 veces de manera equitativa con un mazo de goma.
- Repetir el procedimiento descrito para llenar dos tercios (2/3) del molde, realizando apisonamientos y golpeteos uniformes. Para la última capa, llenar el molde hasta que el agregado rebose, aplicando el mismo proceso de compactación.
- Nivelar la superficie del agregado utilizando la regla metálica. Posteriormente, pesar la muestra, incluyendo el molde, para determinar el peso de la muestra con el recipiente.
- Realizar el ensayo en varias ocasiones y seleccionar tres muestras consecutivas que no presenten una diferencia significativa.

Calculo:

-Utilizamos la siguiente fórmula para determinar:

Ecuación 11.

Determinación del Peso Unitario Suelto Seco en Árido Fino o Grueso.

$$PUSS = \left(\frac{PUSH}{1 + H} \right)$$

Fuente: (50)

PUSS= Determinación del Peso Unitario Suelto Seco en Arido Fino o Grueso.

H= Determinación del Contenido de Humedad en Arido Fino o Grueso.

PUSH= eso Unitario Suelto Húmedo en Arido Fino o Grueso mediante la División del Peso del Agregado entre el Volumen del Molde.



Figura 19 . Peso Volumétrico varillado de Agregado Fino y Grueso.

Nota. (A) Compactar el agregado mediante 25 apisonamientos distribuidos. (B) Echar el árido en el molde hasta que sobresalga el material.

Fase 03. Ensayo para determinar asentamiento

Normativa:

Norma de asentamiento, NTP 339.035 o ASTM C143.

Instrumentos empleados:

- Cono de Abrams con las especificaciones de ,10 cm de Ø superior y ,20 cm de Ø inferior y ,30 cm de alto.
- Varilla lisa de acero longitud de 60 cm, con una de las puntas redondeada de diámetro de 5/8 pulgadas.
- Recipiente metálica.
- Cucharón y regla métrica.

Procedimiento:

- Rellene el cono en tres secciones, teniendo cuidado de llenar cada capa hasta aproximadamente un tercio del volumen total del cono.
- Verter la primera, segunda y tercera capa en el cono de Abrams utilizando un cucharón y varillar cada sección con 25 golpes uniformemente distribuidos mediante la varilla, garantizando así una mejor compactación de la mezcla.

- Realizar el ensayo con precaución, asegurando firmemente el molde contra la base para prevenir posibles fallas en el proceso.
- Retirar el cono de Abrams con cuidado, pero de manera rápida, en una posición vertical.
- se calcula el asentamiento del cono Abrams colocando la parte superior con mayor diámetro, utilizando una varilla horizontal desde el centro de la mezcla. O calcule el asentamiento restando la loma del centro del cono deformado de la loma total del cono.
- Se aconseja repetir el ensayo si se produce un asentamiento de tipo cizallamiento, lo que se indica por la separación de una parte de la masa. Si el problema persiste tras el segundo intento, el hormigón no es lo suficientemente cohesivo o maleable para este ensayo.



Figura 20 . Prueba de Slump

Nota. (A) varillado cada sección cada 25 veces (B) Toma de medida con flexómetro. (C) Slump 4" pulgadas.

Fase 04. Ensayo de flujo y medida de T50 para concreto auto compactante

Normativa:

Norma, ASTM C1611-18, NTC 5222.

Instrumentos empleados:

- Cono de Abrams con las especificaciones de .10 cm de Ø superior y .20 cm de Ø inferior y .30 cm de alto.
- Varilla lisa de acero longitud de 60 cm, con una de las puntas redondeada de diámetro de 5/8 pulgadas.
- Recipiente metálica.
- Cucharón y regla métrica.

Procedimiento:

- Ubicar la base en una superficie plana y nivelada de modo que quede totalmente nivelada, humedecer la superficie.
- Humedecer el molde y colocarlo y centrar en la base, con la apertura más pequeño orientado Asia abajo. (cono invertido).
- Llenado de molde con el concreto auto compactante con previo mesclado homogéneo.
- Levantar el molde en un tiempo de 3 segundo.
- Esperar que el concreto deje de fluir y luego medir el diámetro más grande formado.
- Se aconseja realizar nuevamente el ensayo si en caso de las medidas de los dímetros varían entre 5 cm o en caso que el ensayo se inició luego de pasar 5 min de la toma de muestra.



Figura 21 . Prueba de flujo

Nota. (A) Llenado de molde con el concreto auto compactante (B) Medir el diámetro más grande formado

Fase 05. Temperatura del concreto

Determinar la temperatura del concreto residen preparado para evitar que supere los 32°C, el límite establecido por la normativa E.060. El exceso de temperatura puede resultar en pérdida de asentamiento, fraguado instantáneo o la formación de juntas frías. En caso de que la temperatura del concreto supere los 32°C, se deben implementar medidas de protección para preservar sus propiedades. (51).

Normativa:

Según la norma NTP 339.184, determinación de temperatura de vaciado.

Instrumentos:

- termómetro con un rango completo que abarca desde 0°C hasta -20°C y hasta 50°C

Procedimiento:

- Colocar el termómetro a los especímenes rodeando nos 7.5 cm de profundidad para así tener mejor resultados.
- Permitir al menos dos minutos, que la lectura se estabilice, y luego anota el resultado.
- Es fundamental recordar que el ensayo debe completarse en los cinco minutos consiguientes a la producción de la espécimen.

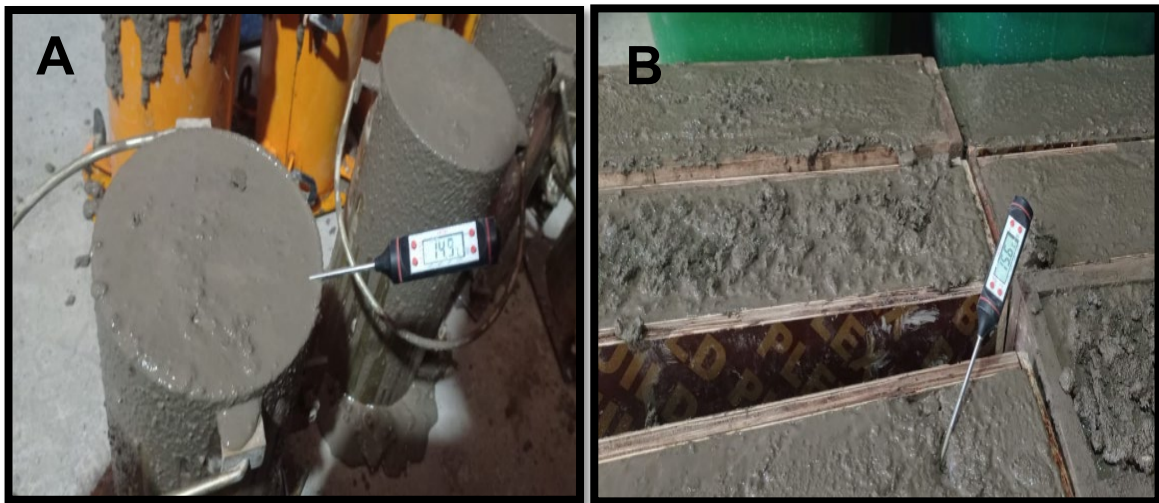


Figura 22 . Prueba de flujo

Nota. (A) Temperatura de concreto de las briquetas. (B) Temperatura de concreto de las vigas.

Fase 06. Temperatura del concreto expuesto a helada

Instrumentos:

- termómetro con un rango completo que abarca desde 0°C hasta -20°C y hasta 50°C
- Congeladora menor a -50°C.

Procedimiento:

- Colocar el termómetro a los especímenes rodeando nos 7.5 cm de profundidad para así tener mejor resultados.
- Permitir al menos dos minutos, que la lectura se estabilice, y luego anota el resultado.
- Es fundamental recordar que el ensayo debe completarse en los cinco minutos consiguientes a la producción del espécimen.

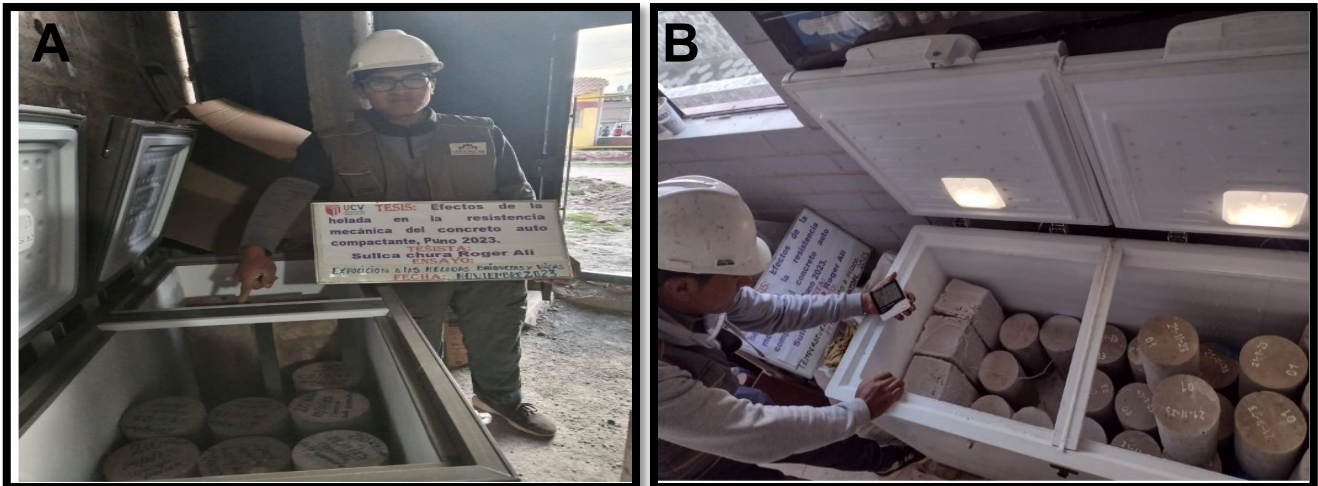


Figura 23 . Temperatura simulado a la helada.

Nota. (A) Control de temperatura diario. (B) Inspección de la temperatura de la congeladora.

Fase 07. Resistencia a la compresión

Este procedimiento implica prescribir la fuerza del concreto mediante la aplicación de una carga en un área específica. Cuando la probeta falla, se registra la lectura de carga final y se calcula la resistencia fraccionando la carga lograda por el área del núcleo. (52).

Normativa:

ASTM C-39 o NTP 339.034.

Equipo:

- Vernier digital.
- Máquina de ensayo a la compresión.

Elaboración de probetas:

- Utilizamos moldes de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Verter el concreto en tres capas, compactando uniformemente con 25 golpes de varilla de acero entre cada capa y golpeando el contorno 15 veces con una comba de goma para eliminar aire y asegurar la adecuada compactación.
- Al cabo de un día, retire del molde y sumergir una posa de agua.

Procedimiento:

- El ensayo se lleva a cabo después de retirar el testigo de concreto del proceso de curado.
- Los testigos se someten a ensayo dentro del intervalo de tiempo especificado en la norma, conforme a los términos determinados en la siguiente tabla:

Tabla 11. Intervalo admisible para la prueba rotura.

Edad de ensayo	Tolerancia Permisible
(3 horas)	(\pm 0.5h o 2.1%)
(7 días)	(\pm 2h o 2.8%)
(14 días)	(\pm 6h o 3.6%)
(28 días)	(\pm 20h o 3%)
(90 días)	(\pm 48h o 2.2%)

Fuente: (53)

- Con la ayuda de un vernier, se mide el diámetro para asegurarse de que no difiere en más de un 2% de otros diámetros del mismo espécimen. Se anotan todos los diámetros de los distintos especímenes.
- Poner neopreno en la parte superior e inferior del espécimen para lograr una repartición uniforme de la carga.
- Verifique el tipo de fallo para cada testigo y siga prensando hasta que la carga aparezca en la pantalla.
- Para identificar la naturaleza de la falla que se manifiesta en los indicadores, se realiza una evaluación basada en la imagen.

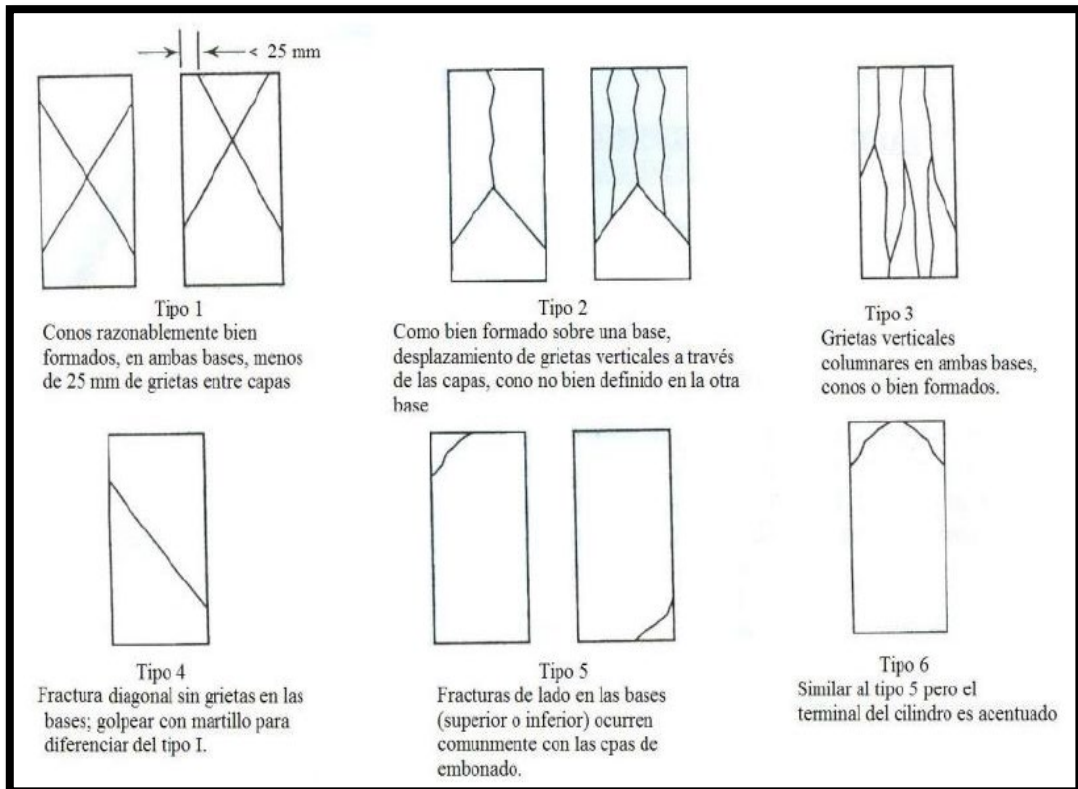


Figura 24 . Ensayo a la compresión Tipos de falla.

Nota. Los tipos de falla en ensayos de compresión varían según la naturaleza y la geometría de los especímenes (53).



Figura 25 . Ensayo a la compresión.

Nota. (A) Identificación de probetas para la rotura (B) Testigo listo para ser colocado en la prensa. (C) Aplicación de la carga. (D) Tipo de fractura 05.

Fase 08. Resistencia a la flexión

Este procedimiento implica evaluar la resistencia a la flexión de una viga con apoyo simple. Los resultados obtenidos se conocen como Módulo de Ruptura, determinado por el tipo de fallo experimentado por la viga. Este ensayo es comúnmente empleado en la construcción, especialmente para la evaluación de losas y pavimentos. (54)

Normativa

ASTMC-78 o la N.T.P.339.078.

Equipo:

- Debe cumplir con las obligaciones establecidos por la normativa ASTM-39.
- Mecanismo diseñado para realizar pruebas de flexión, con el objetivo de evaluar y medir su resistencia estructural.

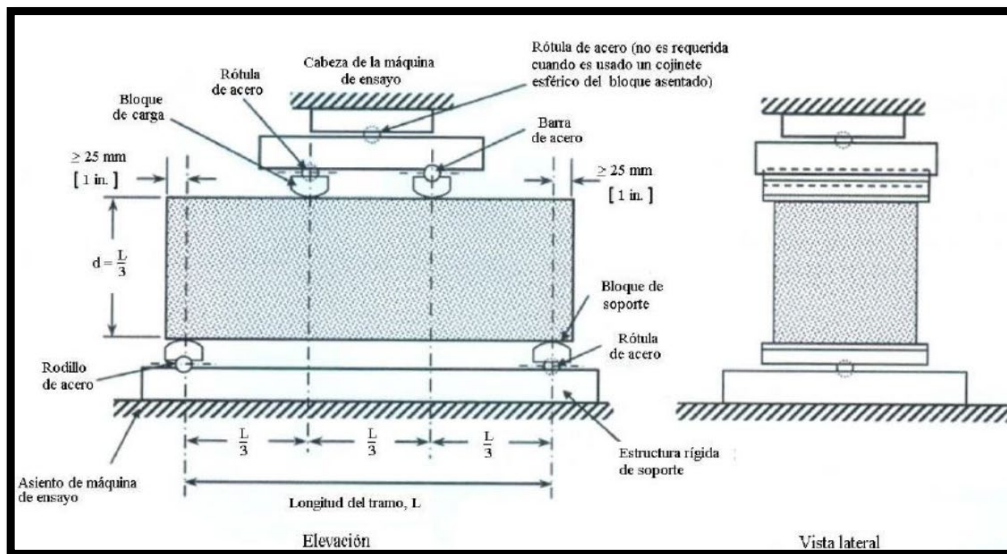


Figura 26 . Ensayo de flexión en vigas (diagrama).

Nota. El ensayo a flexión en vigas, es crucial realizar un marcado utilizando líneas discontinuas como se en el diagrama (54).

Elaboración de las vigas:

- Se fabricaron moldes con dimensiones de .15 cm x .15 cm x .50 cm.
- Llevando a cabo tres capas de llenado. Para garantizar que el concreto se asiente correctamente, aplique 15 combadas laterales además de 25 combadas uniformes en toda la viga en cada capa.
- Después de 24 horas, proceder con el desmoldado de las piezas y trasladarlas al proceso de curado.

Procedimiento:

- Ubicar el soporte en la sección inferior de la máquina de compresión y ensamblar el conjunto.
- En la viga, tomar medidas desde la cara lateral y marcar a 2.5 cm en dirección al centro. Esta marca servirá como referencia para procedimientos posteriores.
- Posicionar en el mecanismo de ensayo y asegurarse colocar en las marcadas, situadas a 2.5 cm desde el extremo de la cara lateral, coincidan de manera precisa con el centro del bloque de soporte. Este paso garantiza una alineación adecuada para el ensayo.
- Asegurarse de que la posición de la viga sea conforme a la representación de la figura (53). Verificar que el mecanismo de carga caiga de manera equitativa en cada tercio para garantizar una distribución uniforme durante el ensayo.
- Aplicar la carga gradualmente sobre la viga y registrar.

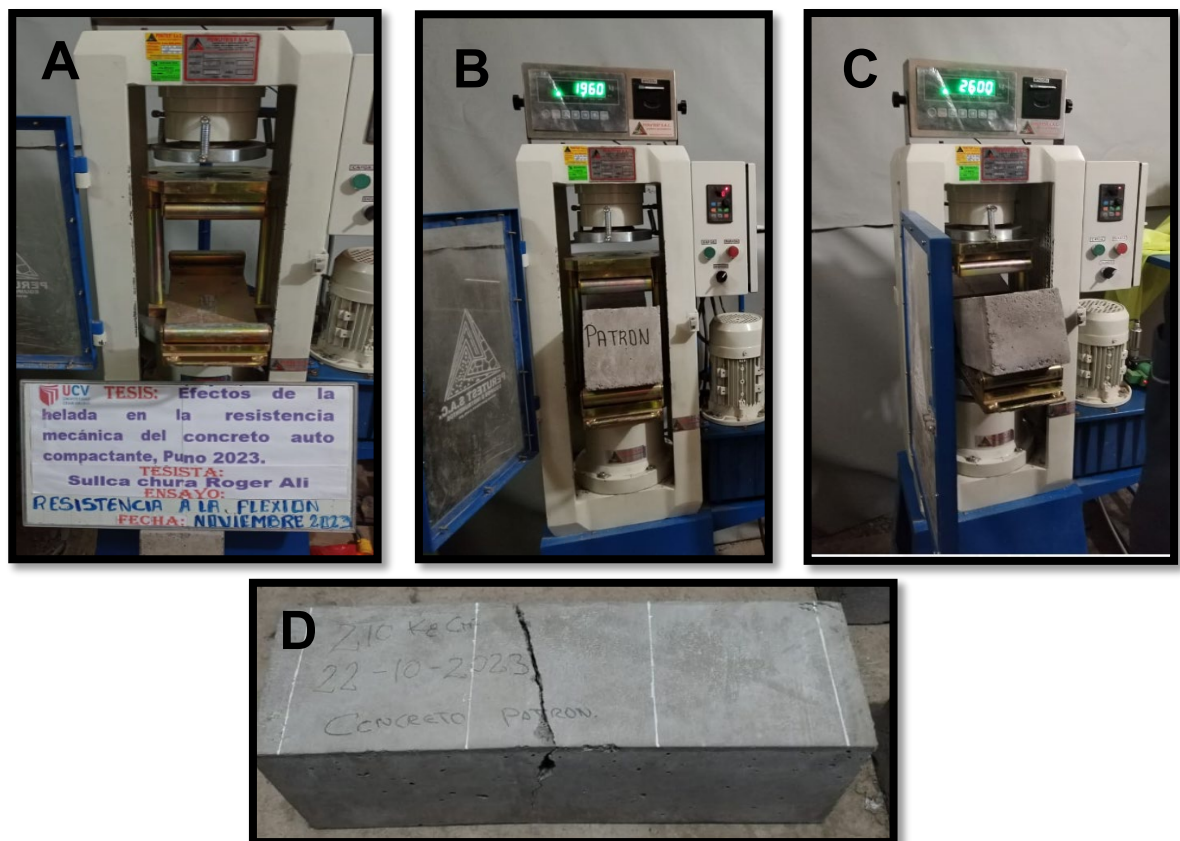


Figura 27 . Ensayo a flexión.

Nota. (A) Mecanismo colocado para el ensayo a flexión. (B) Perspicacia lateral de la viga. (C) viga después de ser aplicada la carga. (D) La parte central de la viga falló.

Fase 09. Resultados de laboratorio

Una vez que se tiene los resultados del laboratorio han sido obtenidos y ahora se procederá con un análisis para determinar las mejoras logradas al emplear el aditivo plastificante, así como la mejora en la resistencia a las heladas.as.

Fase 10. Análisis estadístico de los resultados, siguiendo el mismo enfoque

Una vez que se tiene los resultados de laboratorio se realiza un análisis estadístico para determinar las mejoras en la resistencia mecánica del concreto auto compactante sometido a la helada.

3.6 Método de análisis de datos

En este estudio, el análisis hipotético-deductivo. Inicialmente, se plantearon diversas hipótesis para observar el comportamiento del concreto auto compactante en condiciones de helada, evaluando sus capacidades mecánicas. Luego, mediante el análisis de laboratorio, se proporcionaron respuestas a la problemática planteado. Arias (42).

La temperatura ambiente media se calculó mediante un análisis estadístico que tuvo en cuenta los datos registrados sobre la temperatura máxima y mínima del periodo durante el proceso de recogida de muestras. Este periodo abarcó desde la fundición y de la hidratación de las probetas hasta la fecha que se efectuaron los pruebas a compresión a los 7, 14 y 28 días de la creación de las probetas. Los resultados se presentaron en cuadros y imágenes generadas con el programa Microsoft Excel.

A continuación, siguiendo las edades recomendadas por el estudio, las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia, y se llevara a cabo un análisis estadístico inferencial para establecer si los resultados de laboratorio respaldaban la hipótesis planteada. A través del uso de un análisis de varianza, este análisis estadístico nos permitió evaluar la influencia del plastificante añadido para la resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en regiones de bajas temperaturas.

3.7 Aspectos éticos

Esta investigación se llevó a cabo para abordar un problema real que despertó mi interés al cursar la investigación para lo cual se indagó antecedentes de otros investigadores de los cuales se extrajo la información necesaria, y respetando las normas del ISO 690 para su debida citación. es importante destacar que los resultados presentados en esta investigación son el fruto de datos recopilados de manera única y personal, por lo que tiene así validez y originalidad.

IV RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

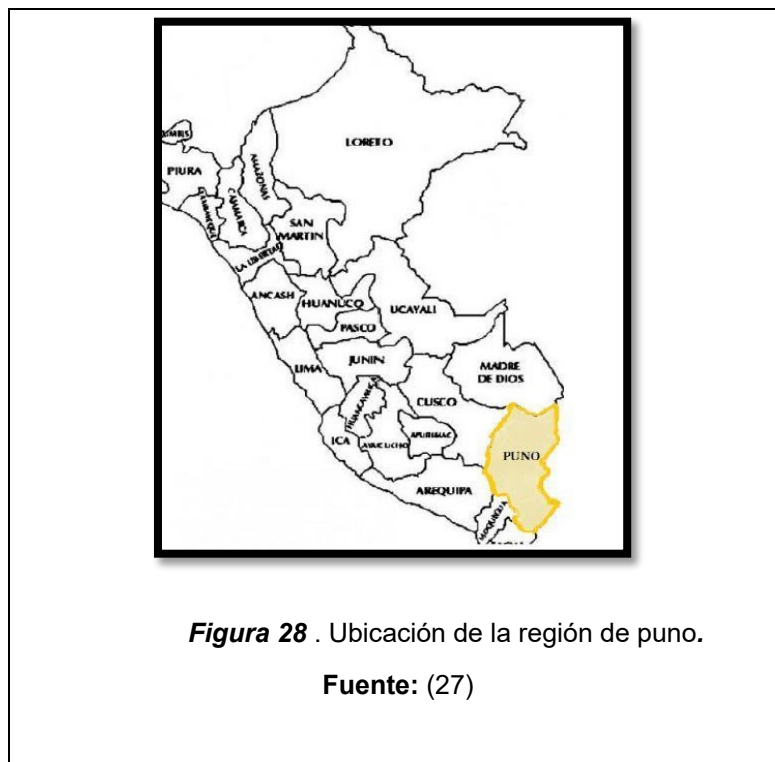
Ubicación: Se encuentra a una altitud de 3.825 msnm, está situada en el sur de Perú, al noreste del lago Titicaca.

Departamento: Puno

Provincia: San Román

Distrito: San Miguel.

Temperatura: En el distrito de San Miguel, durante la temporada de invierno, se tiene un clima gélido con temperaturas que rondan los -7.5°C , y en promedio, en la región de Puno, desciende a unos -12°C . Por otro lado, en verano, las temperaturas ascienden a alrededor de 10°C , y ocasionalmente superan.



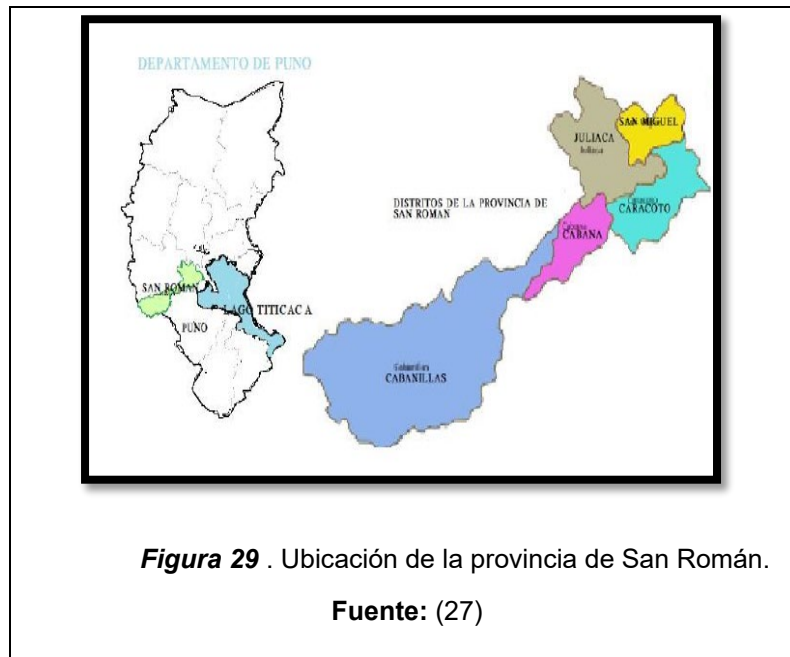


Figura 29 . Ubicación de la provincia de San Román.

Fuente: (27)

Resultados.

Ensayo de los materiales

Análisis granulométrico.

Según lo especificado por ASTM C136 y NTP 400.012, el estudio granulométrico de los áridos finos y gruesos se realizó mediante estas técnicas. Las canteras "ISLA" y "JESSERVI" fueron examinadas minuciosamente para ambos tipos de áridos. Tras la evaluación de ambas canteras, se determinó que los áridos cumplen las especificaciones señaladas en las normas pertinentes. (45).

Análisis granulométrico de agregado fino.

Utilizando tamices de 3/8" a N°200, el árido fino de la cantera se sometió a un examen granulométrico. A lo largo de este procedimiento se calcularon el peso mantenido, el porcentaje pasante y el porcentaje retenido. De estos cálculos se obtuvieron los porcentajes acumulados que cumplen las especificaciones de la normativa. Además, se confirmó que el módulo de finura se encontraba dentro de los márgenes predeterminados. Esta metodología metódica garantiza una evaluación completa de la distribución granulométrica del árido fino, respetando los requisitos reglamentarios. El árido fino de la cantera "ISLA" se sometió a un examen granulométrico. (45).

Tabla 12. Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera "ISLA".

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360	110.00	22.00	22.00	78.00	
No10	2.000					
No16	1.180	106.00	21.20	43.20	56.80	
No20	0.850					
No30	0.600	112.00	22.40	65.60	34.40	Material proveniente de río
No40	0.425					
No 50	0.300	111.00	22.20	87.80	12.20	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	51.00	10.20	98.00	2.00	
No200	0.075	8.00	1.60	99.60	0.40	
BASE		2.00	0.40	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		0.40		MODULO DE FINEZA:3.20		

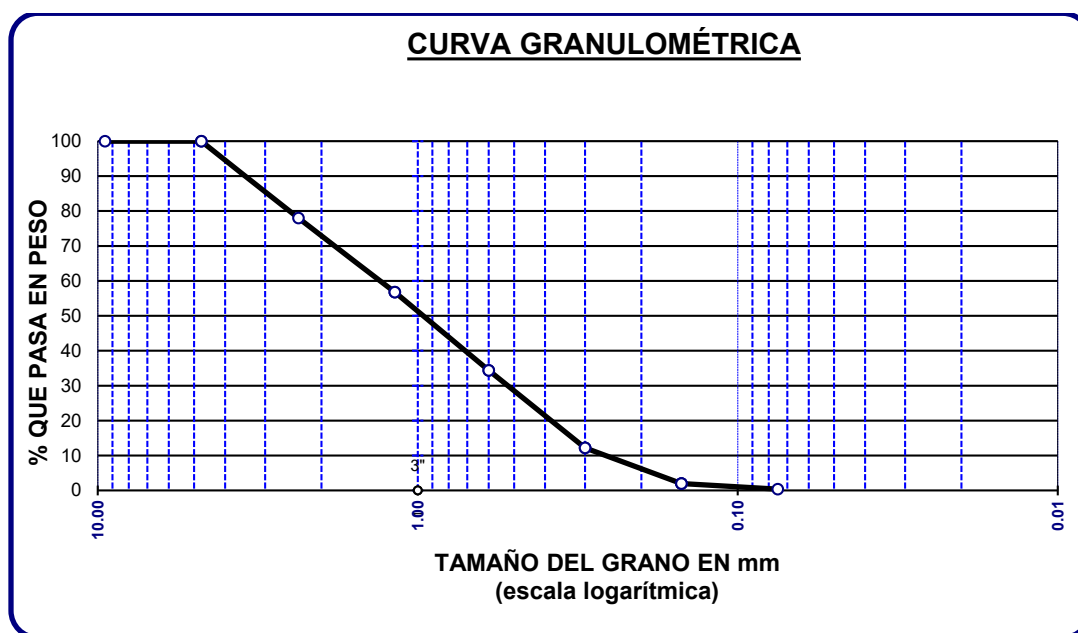


Figura 30 . Curva granulométrica.

Análisis granulométrico de árido grueso.

El material grueso de la cantera "JESSERVI" se ha sometido a un examen granulométrico con tamices que van desde las 2 pulgadas hasta el tamiz nº 4. El peso retenido y el porcentaje retenido se han comunicado durante este proceso. Durante este proceso se registraron la cantidad que pasa por el tamiz, el peso retenido y el porcentaje retenido. Estos datos permiten obtener los porcentajes

acumulados que cumplen las obligaciones establecidos en la normativa pertinente. Además, se ha confirmado que el módulo de finura se encuentra adentro de los márgenes señalados. Análisis granulométrico del árido grueso extraído de “JESSERVI”.

Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado grueso extraído de la cantera “JESSERVI”.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	599.00	19.97	19.97	80.03	material proveniente de trituración mecánica
3/4"	19.000	600.00	20.00	39.97	60.03	
1/2"	12.500	598.00	19.93	59.90	40.10	
3/8"	9.500	599.00	19.97	79.87	20.13	
1/4"	6.300					
No4	4.750	598.00	19.93	99.80	0.20	
BASE		6.00	0.20	100.00	0.00	
TOTAL		3000.00	100.00			
% PERDIDA		0.20				

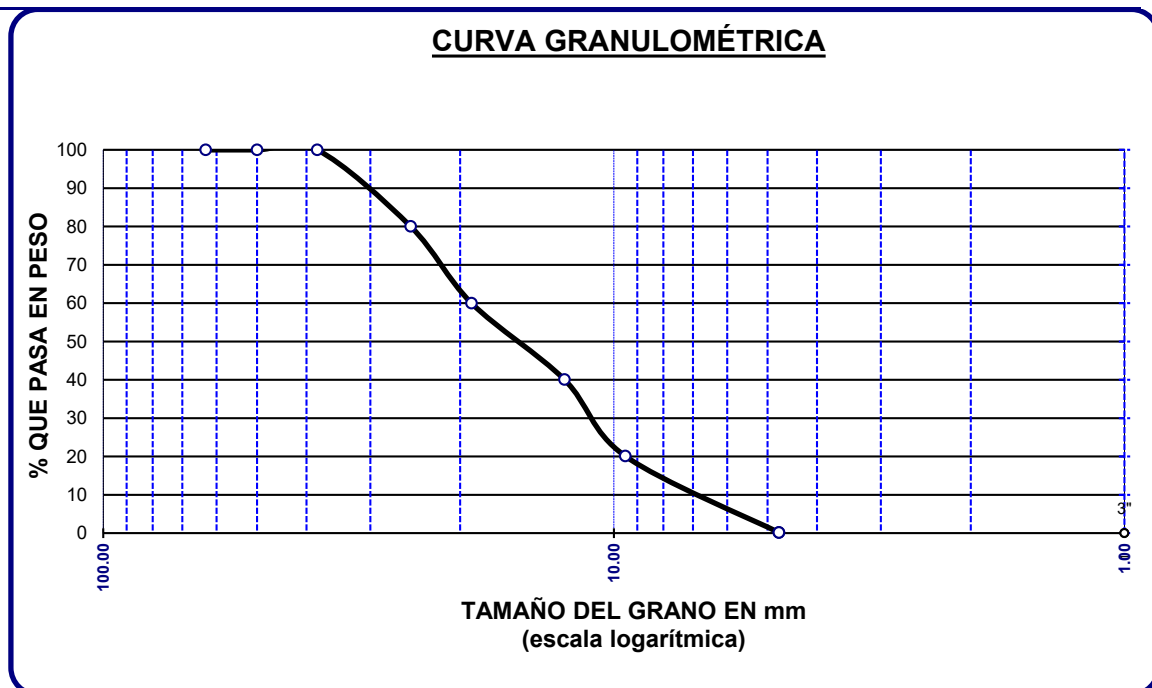


Figura 31 . Curva granulométrica.

Contenido de humedad del agregado fino y grueso

Tabla 14. Contenido de humedad del agregado fino.

MUESTRA (AGREGADO FINO)	A - 1	A - 2
SUELO HUMEDO + TARRO (gr)	267.21	258.65
SUELO SECO + TARRO (gr)	267.2	258.64
PESO DEL TARRO (gr)	23.3	24.60
PESO DEL AGUA (gr)	0.01	0.01
PESO DEL SUELO SECO (gr)	243.9	234.04
HUMEDAD %	0.0	0.0
PROMEDIO	0.00	

Se siguió la norma que especifica un peso mínimo de muestra de 267,21 gr y 258,65 gr para establecer la humedad del árido fino. Además, se registró el peso del espécimen seco utilizarlo en la fórmula de la norma NTP 339.185. El contenido de humedad se fijó en 0%.

Tabla 15. Contenido de humedad del agregado grueso.

MUESTRA (AGREGADO GRUESO)	B - 1	B - 2
SUELO HUMEDO + TARRO (gr)	423.76	419.45
SUELO SECO + TARRO (gr)	423.75	419.45
PESO DEL TARRO (gr)	41.32	44.23
PESO DEL AGUA (gr)	0.01	0.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	382.43	375.22
HUMEDAD %	0.00	0.00
PROMEDIO	0.00	

Para calcular el contenido de humedad del árido grueso se siguió la norma que especifica un peso mínimo para la muestra húmeda B-1 (423,76 gr) y B-2 (419,45 gr) de acuerdo con el tamaño máximo nominal (la primera malla de 1" en la que queda retenida la muestra según la granulometría). Del mismo modo, se anotó el peso del espécimen seco para utilizarlo la fórmula de la NTP 339.185. Dado que el contenido de humedad del 0% coincide con el agregado grueso elegido en la granulometría, este número se utilizó en el paso de diseño de la mezcla. Se realizó la determinación del contenido de humedad del material, siguiendo las directrices de la norma que establece un peso mínimo para la húmeda B-1 (423,76 gr) y B-2 (419,45 gr), requerido según el tamaño nominal máximo (Malla 1"), que es la

primera malla en la que se retira el espécimen de acuerdo con la granulometría. Además, se registró el peso del espécimen seco para utilizarlo en la fórmula de la NTP 339.185. El valor de la humedad, que se empleó en el diseño de mezclas, fue de 0. %, dado que correspondía al árido grueso seleccionado en la granulometría.

Peso particular de los áridos finos y gruesos absorbidos.

Tabla 16. *Peso específico de agregados finos y gruesos absorbidos.*

AGREGADO FINO			
Numero de muestras	1	2	3
A Peso de muestra secada al horno	486.11	486.94	487.94
B Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	501.00	502.00
Wc Peso del picnómetro	1342.00	1342.00	1342.00
W Peso del picnómetro + muestra + agua	1643.00	1644.00	1645.00
Peso específico	2.51	2.52	2.52
Absorción %	2.86	2.89	2.88
PROMEDIO P.E.		2.52	
PROMEDIO ABSORCIÓN.		2.88	

El ensayo de peso específico del árido fino se realizó de acuerdo con las normas ASTM C128 y NTP 400.022. En consecuencia, se determinó un peso específico de 02. gr/cm³ promediando los tres especímenes analizados.

Tabla 17. *Peso específico de absorción del agregado grueso.*

AGREGADO GRUESO			
Numero de muestras	1	2	3
A Peso de muestra secada al horno	779.00	784.00	781.00
B Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	805.00	802.00
Wc Peso del picnómetro	1342.00	1342.00	1342.00
W Peso del picnómetro + muestra + agua	1824.00	1826.00	1827.00
Peso específico	2.52	2.51	2.53
Absorción %	2.70	2.68	2.69
PROMEDIO P.E.		2.52	
PROMEDIO ABSORCIÓN		2.7	

Calculamos el peso específico del árido grueso aplicando las fórmulas proporcionadas en NTP 400.021. El espécimen ensayado arrojó un valor resultante de 2,52 g/cm³.

Peso unitario de los áridos grueso y fino.

Tabla 18. Peso unitario del agregado fino cantera "ISLA".

AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	9462	9461	9463
B Peso del molde	gr	6027	6027	6027
C Peso del material	gr	3435	3434	3436
D Volumen del Molde	cm ³	2132.7	2132.7	2132.7
E Peso unitario	gr/cm ³	1611	1610	1611
F Promedio	gr/cm ³		1611	
PESO UNITARIO VARILLADO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	9659	9657	9653
B Peso del molde	gr	6027	6027	6027
C Peso del material	gr	3632	3630	3626
D Volumen del Molde	cm ³	2132.7	2132.7	2132.7
E Peso unitario	gr/cm ³	1703	1702	1700
F Promedio	gr/cm ³		1702	

Para calcular del peso unitario del árido fino, tanto suelto como compactado, se siguieron los términos de la ASTM C29 y en la NTP 400,017. El objetivo principal de estos ensayos fue determinar la densidad aparente del árido, expresada en gramos por m³, tanto en su fase compactada como suelta, teniendo en cuenta tanto el volumen de los huecos como el volumen de las partículas. Los resultados mostraron que el peso unitario seco suelto era de 1611 g/m³, mientras que el peso unitario seco compactado era de 1702 g/m³. En el diseño de la mezcla se utilizaron ambos valores.

Tabla 19. Peso unitario del agregado grueso cantera "JESSERVI".

AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	13125	13133	13130
B Peso del molde	gr	8449	8449	8449
C Peso del material	gr	4676	4684	4681
D Volumen del Molde	cm ³	3230	3230	3230
E Peso unitario	gr/cm ³	1448	1450	1449
F Promedio	gr/cm ³		1449	

PESO UNITARIO VARILLADO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	13516	13517	13519
B Peso del molde	gr	8449	8449	8449
C Peso del material	gr	5067	5068	5070
D Volumen del Molde	cm ³	3230	3230	3230
E Peso unitario	gr/cm ³	1569	1569	1570
F Promedio	gr/cm ³		1569	

Seguendo los procedimientos descritos en ASTM C29 y NTP 400.017, se determinó el peso unitario del árido grueso, tanto suelto como compactado. El objetivo principal de estos ensayos era determinar la densidad másica del árido -ya fuera compactado o suelto- expresada en gramos por centímetro cúbico, teniendo en cuenta tanto el volumen de las partículas. Los resultados mostraron que el peso unitario seco suelto era de 1449 gr/m³, mientras que el peso unitario seco compactado era de 1569 gr/m³. En el diseño de la mezcla se utilizaron ambos valores.

concreto en estado fresco.

Asentamiento.

Se llevó a cabo la medición del asentamiento del hormigón fresco se midió mediante el método Slump, utilizando un cono invertido para evaluar el comportamiento del hormigón auto compactante. Se observó que, al incorporar 250 ml de plastificante, se evidenció un aumento del asentamiento del hormigón fresco.

Tabla 20. Trabajabilidad (slump).

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Concreto patrón (CP)			
N°	ASENTAMIENTO (Plg)	PROMEDIO	SLUMP (cm)
1	4		
2	3.5	3.87	9.82
3	4.1		
4	3.8		
5	3	3.77	9.57
6	4.5		
7	3.5	4.00	10.16
8	3.9		

9	4.6		
10	4.3		
11	3.5	3.73	9.48
12	3.4		

Tabla 21. Trabajabilidad cono invertido para concreto auto compactante.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Concreto auto compactante(CAC)			
N°	ASENTAMIENTO (Plg)	PROMEDIO	SLUMP (cm)
1	26		
2	25	25.67	65.19
3	26		
4	27		
5	24	26.00	66.04
6	27		
7	25		
8	26	25.33	64.35
9	25		
10	26		
11	27	25.67	65.19
12	24		

Temperatura del concreto.

Temperatura de concreto bajo techo.

Una vez rellenas las muestras, se registró la temperatura de las mismas y del aire circundante para cada diseño. Según la norma NTP 339.184, la temperatura se registró en los cinco minutos iniciales a la obtención de cada probeta. La temperatura del hormigón es superior a la temperatura de ensayo del aire circundante, según los resultados.

Tabla 22. Temperatura de concreto patrón vaciado de vigas.

VIGAS			
DESCRIPCION: concreto patrón.			
fecha de vaciado	TEMPERATURA (°C)		
	AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
04/10/2023	12.2°C	15.2°C	
04/10/2023	12.4°C	15.3°C	15.5°C
04/10/2023	12.7°C	15.6°C	

04/10/2023	13.7°C	16.1°C
04/10/2023	14.7°C	15.3°C

Tabla 23. Temperatura de concreto patrón vaciado briquetas.

BRIQUETA			
DESCRIPCION: concreto patrón.			
fecha de vaciado	TEMPERATURA (°C)		
	AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
04/10/2023	12.2°C	13.8°C	
04/10/2023	12.4°C	13.6°C	
04/10/2023	12.7°C	13.2°C	13.64°C
04/10/2023	13.7°C	14.1°C	
04/10/2023	14.7°C	13.5°C	

Tabla 24. Temperatura de concreto auto compactado vaciado vigas.

VIGA			
DESCRIPCION: Concreto auto compactante.			
fecha de vaciado	TEMPERATURA (°C)		
	AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
04/10/2023	12.2°C	15.6°C	
04/10/2023	12.4°C	14.1°C	
04/10/2023	12.7°C	15.6°C	15.16°C
04/10/2023	13.7°C	15.2°C	
04/10/2023	14.7°C	13.3°C	

Tabla 25. Temperatura de concreto auto compactado vaciado briquetas.

BRIQUETA			
DESCRIPCION: Concreto auto compactante.			
fecha de vaciado	TEMPERATURA (°C)		
	AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
04/10/2023	12.2°C	14.1°C	13.78°C

04/10/2023	12.4°C	13.6°C
04/10/2023	12.7°C	13.3°C
04/10/2023	13.7°C	14.1°C
04/10/2023	14.7°C	13.8°C

Temperatura de concreto expuesto a la helada.

Se registró la temperatura ambiente y la del concreto expuesto a condiciones de helada, simulando con una refrigeradora a -12 °C. Estos datos representan un promedio de los meses en la región de Puno, donde las heladas son comunes en las zonas elevadas de los Andes, especialmente durante el invierno. Es importante destacar que las heladas pueden ocurrir tanto en verano como en primavera en esta región (55).

La helada en el sur del Perú ocurre a lo largo del año, principalmente en invierno y de manera localizada, con una duración promedio de 5 a 6 horas. Existe la posibilidad de que estas condiciones frías afecten a varios departamentos, provincias y/o distritos en las zonas elevadas de los Andes, lo cual podría tener implicaciones significativas en términos de impacto y duración en esas áreas geográficas específicas (56).

Tabla 26. Temperaturas ambientales de concreto patrón, hidratación del concreto y expuesto al efecto de la helada.

fecha de vaciado	TEMPERATURA (°C) VIGAS			
	AMBIENTE	CONCRETO	CONCRETO EXPUESTO A LA HELADA.	PROMEDIO
22/10/2023	17.2°C	20.5°C	-12°C	
22/10/2023	17.3°C	20.8°C	-12°C	
22/10/2023	18.2°C	19.9°C	-12°C	-12°C
22/10/2023	17.1°C	20.1°C	-12°C	
22/10/2023	17.3°C	20.3°C	-12°C	

Tabla 27. Temperatura ambiental de concreto patrón, hidratación del concreto y expuesto al efecto de la helada.

fecha de vaciado	TEMPERATURA (°C) BRIQUETAS			
	AMBIENTE	CONCRETO	CONCRETO EXPUESTO A LA HELADA.	PROMEDIO
22/10/2023	17.2°C	18.5°C	-12°C	
22/10/2023	17.3°C	17.8°C	-12°C	
22/10/2023	18.2°C	18.9°C	-12°C	-12°C
22/10/2023	17.1°C	18.1°C	-12°C	
22/10/2023	17.3°C	18.3°C	-12°C	

Tabla 28. Temperatura ambiental de concreto auto compactante, hidratación del concreto y expuesto al efecto de la helada.

fecha de vaciado	TEMPERATURA (°C) VIGAS.			
	AMBIENTE	CONCRETO	CONCRETO EXPUESTO A LA HELADA.	PROMEDIO
22/10/2023	17.2°C	20.8°C	-12°C	
22/10/2023	17.3°C	20.2°C	-12°C	
22/10/2023	18.2°C	20°C	-12°C	-12°C
22/10/2023	17.1°C	19.1°C	-12°C	
22/10/2023	17.3°C	20.3°C	-12°C	

Tabla 29. Temperatura ambiental de concreto auto compactante, hidratación del concreto y expuesto al efecto de la helada.

Fecha de moldeo	TEMPERATURA (°C) BRIQUETAS.			PROMEDIO
	AMBIENTE	CONCRETO	CONCRETO EXPUESTO A LA HELADA.	
22/10/2023	17.2°C	18.1°C	-12°C	
22/10/2023	17.3°C	18.6°C	-12°C	
22/10/2023	18.2°C	18.3°C	-12°C	-12°C
22/10/2023	17.1°C	18.1°C	-12°C	
22/10/2023	17.3°C	18.8°C	-12°C	

Concreto en estado sólido.

Resistencia a la Compresión.

Para cada diseño, se evaluó la resistencia a la compresión del hormigón a tres edades distintas: siete, catorce y veintiocho días. Además, se realizó una comparación entre el porcentaje adquirido y la resistencia característica $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 30. Resistencia a compresión especímenes bajo techo.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Concreto patrón (CP)								
N°	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD	ÁREA	CARGA	ROTURA	%
	(Kg/cm ²)	MOLDEO	ROTURA	(Días)	(cm ²)	(Kg)	(kg/cm ²)	
1	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	24150.00	136.98	65.23%
2	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	25480.00	144.53	68.82%
3	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	24770.00	140.50	66.90%
4	210	23/10/2023	30/10/2023	7	176.30	25670.00	145.60	69.34%
5	210	24/10/2023	31/10/2023	7	176.30	25260.00	143.28	68.23%
6	210	25/10/2023	01/11/2023	7	176.30	24010.00	136.19	64.85%
7	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	43390.00	246.11	117.20%
8	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	43960.00	249.35	118.74%
9	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	43290.00	245.55	116.93%
10	210	23/10/2023	06/11/2023	14	176.30	42270.00	239.76	114.17%
11	210	24/10/2023	07/11/2023	14	176.30	43640.00	247.53	117.87%
12	210	25/10/2023	08/11/2023	14	176.30	41950.00	237.95	113.31%

13	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	51170.00	290.24	138.21%
14	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	48170.00	273.23	130.11%
15	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	49260.00	279.41	133.05%
16	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	51150.00	290.13	138.16%
17	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	48560.00	275.44	131.16%
18	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	51200.00	290.41	138.29%

Tabla 31. Resistencia a compresión especímenes bajo techo.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Concreto Auto compactante (CA), patrón.								
N°	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD	AREA	CARGA	ROTURA	%
	(Kg/cm ²)	MOLDEO	ROTURA	(Días)	(cm ²)	(Kg)	(kg/cm ²)	
1	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	39000.00	221.21	105.34%
2	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	46780.00	265.34	126.35%
3	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	47590.00	269.94	128.54%
4	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	48760.00	276.57	131.70%
5	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	40980.00	232.44	110.69%
6	210	22/10/2023	29/10/2023	7	176.30	46850.00	265.74	126.54%
7	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	80270.00	455.30	216.81%
8	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	83940.00	476.12	226.72%
9	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	81110.00	460.07	219.08%
10	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	83080.00	471.24	224.40%
11	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	80440.00	456.27	217.27%
12	210	22/10/2023	05/11/2023	14	176.30	82800.00	469.65	223.64%
13	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	89400.00	507.09	241.47%
14	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	92180.00	522.86	248.98%
15	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	90450.00	513.05	244.31%
16	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	92060.00	522.18	248.66%
17	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	89450.00	507.37	241.61%
18	210	22/10/2023	19/11/2023	28	176.30	87360.00	495.52	235.96%

La resistencia alcanzada por el hormigón estándar a los 7, 14 y 28 días de edad se puede ver en la tabla. La resistencia nominal es igual a 210 kg/cm².

Tabla 32. Resistencia la compresión especímenes expuesto a la helada.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Concreto patrón Congelado (CP), expuesto a la helada.								
N°	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD	Area	CARGA	ROTURA	%
	(Kg/cm ²)	MOLDEO	ROTURA	(Días)	(cm ²)	(Kg)	(kg/cm ²)	
1	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	20010.00	113.50	54.05%
2	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	23160.00	131.37	62.56%
3	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	19120.00	108.45	51.64%
4	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	17380.00	98.58	46.94%
5	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	17400.00	98.70	47.00%
6	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	18320.00	103.91	49.48%

7	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	19800.00	112.31	53.48%
8	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	16380.00	92.91	44.24%
9	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	17450.00	98.98	47.13%
10	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	19890.00	112.82	53.72%
11	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	20050.00	113.73	54.16%
12	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	21301.00	120.82	57.53%
13	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	25840.00	146.57	69.79%
14	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	28770.00	163.19	77.71%
15	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	25680.00	145.66	69.36%
16	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	24950.00	141.52	67.39%
17	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	27402.00	155.43	74.01%
18	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	24550.00	139.25	66.31%

Tabla 33. Resistencia a la compresión de probetas expuestas a heladas.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Concreto Auto compactante Congelado (CA). expuesto a la helada.								
N°	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD	Area	CARGA	ROTURA	%
	(Kg/cm ²)	MOLDEO	ROTURA	(Días)	(cm ²)	(Kg)	(kg/cm ²)	
1	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	60640.00	343.96	163.79%
2	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	50730.00	287.75	137.02%
3	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	60800.00	344.87	164.22%
4	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	52620.00	298.47	142.13%
5	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	51201.00	290.42	138.30%
6	210	04/11/2023	11/11/2023	7	176.30	52340.00	296.88	141.37%
7	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	56300.00	319.34	152.07%
8	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	51970.00	294.78	140.37%
9	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	54680.00	310.15	147.69%
10	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	56750.00	321.89	153.28%
11	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	62050.00	351.96	167.60%
12	210	04/11/2023	18/11/2023	14	176.30	50510.00	286.50	136.43%
13	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	54840.00	311.06	148.12%
14	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	59800.00	339.19	161.52%
15	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	65440.00	371.19	176.75%
16	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	59420.00	337.04	160.49%
17	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	58550.00	332.10	158.14%
18	210	04/11/2023	02/12/2023	28	176.30	67560.00	383.21	182.48%

La resistencia que alcanzó del concreto expuesto a ciclos de congelación a los 7, 14 y 28 días de edad se puede ver en la tabla. La resistencia nominal es 210 kg/cm².

Resistencia a la flexión.

La evaluación de la resistencia a la flexión se realizó con los criterios ASTM C78 y NTP 339,078. Este proceso se llevó a cabo para determinar la resistencia a flexión de las vigas.

Tabla 34. Resistencia a la flexión especímenes bajo techo.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Viga patrón (VP)									
N°	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD	Luz Libre (L)	CARGA	ALTURA	ANCHO	ROTURA
	(Kg/cm ²)	MOLDEO	ROTURA	(Días)	(cm)	(Kg)	(cm)	(cm)	(kg/cm ²)
1	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1210.00	15	15	16.13
2	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1104.00	15	15	14.72
3	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1223.00	15	15	16.31
4	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1250.00	15	15	16.67
5	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1094.00	15	15	14.59
6	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1185.00	15	15	15.80
7	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	1780.00	15	15	23.73
8	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	1550.00	15	15	20.67
9	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	1960.00	15	15	26.13
10	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	2010.00	15	15	26.80
11	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	1589.00	15	15	21.19
12	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	1864.00	15	15	24.85
13	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2140.00	15	15	28.53
14	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2240.00	15	15	29.87
15	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2151.00	15	15	28.68
16	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2210.00	15	15	29.47
17	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2140.00	15	15	28.53
18	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2060.00	15	15	27.47

Tabla 35. Resistencia a la flexión especímenes bajo techo.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Viga Auto compactante (VA)									
N°	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD	Luz Libre (L)	CARGA	ALTURA	ANCHO	ROTURA
	(Kg/cm ²)	MOLDEO	ROTURA	(Días)	(cm)	(Kg)	(cm)	(cm)	(kg/cm ²)
1	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1980.00	15	15	26.40
2	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1987.00	15	15	26.49
3	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1876.00	15	15	25.01
4	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1970.00	15	15	26.27
5	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1899.00	15	15	25.32
6	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1964.00	15	15	26.19
7	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	2210.00	15	15	29.47
8	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	2260.00	15	15	30.13

9	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	2370.00	15	15	31.60
10	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	2460.00	15	15	32.80
11	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	2396.00	15	15	31.95
12	210	22/10/2023	05/11/2023	14	45	2280.00	15	15	30.40
13	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2660.00	15	15	35.47
14	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2590.00	15	15	34.53
15	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2640.00	15	15	35.20
16	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2625.00	15	15	35.00
17	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2555.00	15	15	34.07
18	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2678.00	15	15	35.71

Tabla 36. Resistencia a la flexión de probetas expuestas a heladas.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Viga patrón Congelado (VP)									
N°	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD	Luz Libre	CARGA	ALTURA	ANCHO	ROTURA
	(Kg/cm ²)	MOLDEO	ROTURA	(Días)	(L)				
1	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1054.00	15	15	14.05
2	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1220.00	15	15	16.27
3	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1342.00	15	15	17.89
4	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1046.00	15	15	13.95
5	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1215.00	15	15	16.20
6	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1190.00	15	15	15.87
7	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	1440.00	15	15	19.20
8	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	1632.00	15	15	21.76
9	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	1540.00	15	15	20.53
10	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	1480.00	15	15	19.73
11	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	1489.00	15	15	19.85
12	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	1425.00	15	15	19.00
13	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	1760.00	15	15	23.47
14	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	1687.00	15	15	22.49
15	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	1454.00	15	15	19.39
16	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	1550.00	15	15	20.67
17	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	1498.00	15	15	19.97
18	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	1698.00	15	15	22.64

Tabla 37. Resistencia a la flexión de probetas expuestas a heladas.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Viga Auto compactante Congelado (VA)									
N°	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD	Luz Libre	CARGA	ALTURA	ANCHO	ROTURA
	(Kg/cm ²)	MOLDEO	ROTURA	(Días)	(L)				
1	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1340.00	15	15	17.87
2	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1345.00	15	15	17.93
3	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1330.00	15	15	17.73
4	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1410.00	15	15	18.80

5	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1355.00	15	15	18.07
6	210	04/11/2023	11/11/2023	7	45	1320.00	15	15	17.60
7	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	1980.00	15	15	26.40
8	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	2008.00	15	15	26.77
9	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	2000.00	15	15	26.67
10	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	2215.00	15	15	29.53
11	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	2105.00	15	15	28.07
12	210	04/11/2023	18/11/2023	14	45	2020.00	15	15	26.93
13	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	2084.00	15	15	27.79
14	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	2050.00	15	15	27.33
15	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	2389.00	15	15	31.85
16	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	2198.00	15	15	29.31
17	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	2291.00	15	15	30.55
18	210	04/11/2023	02/12/2023	28	45	2114.00	15	15	28.19

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Dentro de esta sección particular del estudio, examinaremos y evaluaremos los resultados obtenidos de varias pruebas realizadas en concreto sometido a climas de congelación y descongelación. A través de la comparación y el análisis de estos resultados, pretendemos identificar las interacciones y variaciones, que se presentarán en forma de tablas y gráficos, proporcionándonos amplios datos para formular hallazgos y recomendaciones concluyentes.

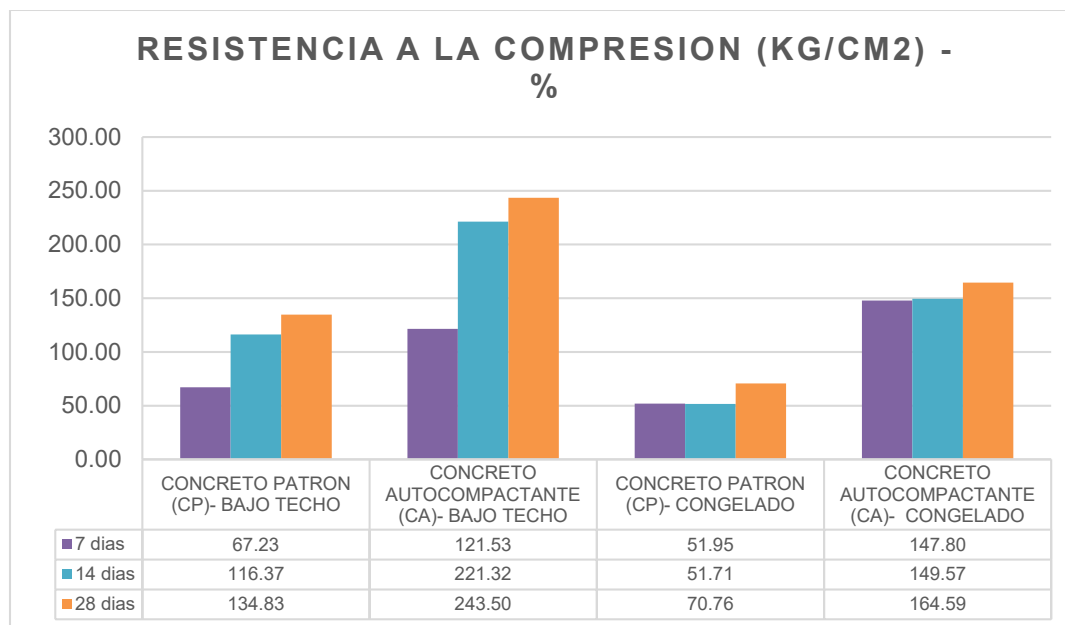


Figura 32 . Análisis estadístico.

El cuadro presenta datos de porcentajes de resistencia a la compresión de distintos tipos de concreto en dos condiciones distintas: bajo techo y congelado, durante tres períodos de tiempo: 7 días, 14 días y 28 días. Al analizar los porcentajes de resistencia, se observa que el concreto auto compactante (CA) en ambas condiciones muestra un incremento significativo en la resistencia en paralelo con el concreto patrón (CP). Por ejemplo, a los 7 días, el concreto auto compactante bajo techo tiene una resistencia un 80% mayor que el concreto patrón bajo techo, mientras que, a los 28 días, esta diferencia se incrementa a un 81%. En cuanto al efecto de la congelación, se nota que el concreto patrón bajo la condición congelada presenta una disminución en la resistencia en comparación con las otras condiciones. Por ejemplo, a los 14 días, el concreto patrón congelado posee una resistencia un 56% menor que el concreto patrón bajo techo. Además, los datos

revelan que el concreto auto compactante bajo techo alcanza una resistencia un 72% mayor que el concreto patrón bajo techo a los 14 días, y esta diferencia se incrementa a un 81% a los 28 días. Estos datos porcentuales resaltan las diferencias en la resistencia entre los distintos tipos de concreto y las condiciones de curado, destacando la superioridad del concreto auto compactante y la influencia negativa de la congelación en el concreto patrón.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.

Se utilizó IBM SPSS Statistics (2018) para elaborar el análisis estadístico, y a continuación se muestra los resultados.

HIPOTESIS ESPECIFICA 1: La protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante.

Ho: La protección bajo techo no afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante.

H1: La protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Se aplicó pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov para verificar si los datos de cada variable y dimensión siguen o no una distribución normal.

Tabla 38. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 7 días.

	prueba de normalidad							
	Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.	
RESISTENCIA	1.00	.202	6	.200	.906	6	.4.10	
	2.00	.339	6	.029	.832	6	.111	

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro N° 38 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,111). A continuación, partimos del supuesto de que tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 39. Prueba de análisis de varianza de la resistencia compresión del concreto auto compactante bajo techo a los 7 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para (F)
Entre grupos	39007.918	1	39007.919	147.10	2.5836E-07	4.965
Dentro de los grupos	2639.063	10	263.906			
Total	41646.981	11				

La tabla n° 39 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p. Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la compresión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS..

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 40. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 14 días.

prueba de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.269	6	.198	.899	6	.368
	2.00	.212	6	.200	.898	6	.361

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro n° 40 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,361). A

continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 41. Prueba de análisis de varianza de la resistencia compresión del concreto auto compactante bajo techo a los 14 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para F
Entre grupos	145729.580	1.000	145729.580	3034.218	9.4258E-14	4.965
Dentro de los grupos	480.287	10.000	48.029			
Total	146209.867	11.000				

La tabla nº 41 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p . Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la compresión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 42. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 28 días.

prueba de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.307	6	.079	.806	6	.066
	2.00	.185	6	.200	.927	6	.557

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro nº 42 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,557). A continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 43. Prueba de análisis de varianza de la resistencia compresión del concreto auto compactante bajo techo a los 28 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para F
Entre grupos	156225.772	1.000	156225.772	1814.757	1.2192E-12	4.965
Dentro de los grupos	860.863	10.000	86.086			
Total	157086.635	11				

La tabla nº 43 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p . Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la compresión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

Por lo tanto, aceptamos la hipótesis alterna (H1).

H1: La protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante

HIPOTESIS ESPECIFICA 2: la exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante.

Ho: la exposición a la helada no afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante.

H1: la exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 44. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 7 días.

	prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.197	6	.200	.863	6	.024
	2.00	.339	6	.758	.927	6	.240

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro nº 44 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,240). A continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 45. Prueba de análisis de varianza de la resistencia compresión del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 7 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	121571.761	1.000	121571.761	281.872	1.17877E-08	4.965
Dentro de los grupos	4313.006	10.000	431.301			
Total	125884.767	11.000				

La tabla nº 45 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p. Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la compresión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 46. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 28 días.

prueba de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.306	6	.084	.897	6	.357
	2.00	.201	6	.200	.955	6	.779

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro nº 46 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,779). A continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 47. Prueba de análisis de varianza del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 14 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	126703.689	1.000	126703.689	393.750	2.31775E-09	4.965
Dentro de los grupos	3217.869	10.000	321.787			
Total	129921.557	11.000				

La tabla nº 47 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p. Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la compresión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 48. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 28 días.

prueba de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.256	6	.200	.916	6	.479
	2.00	.262	6	.200	.931	6	.586

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro n° 48 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,586). A continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 49. Prueba de análisis de varianza del concreto auto compactante expuesto a la helada a los 28 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	116462.089	1.000	116462.089	293.482	9.6936E-09	4.965
Dentro de los grupos	3968.286	10.000	396.829			
Total	120430.376	11.000				

La tabla n° 49 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p. Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la compresión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

POR LO TANTO, ACEPTAMOS LA HIPÓTESIS ALTERNA (H1).

H1: la exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante.

HIPOTESIS ESPECIFICA 3: La protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

Ho: La protección bajo techo no afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

H1: La protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 50. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 7 días.

prueba de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.211	6	.200	.888	6	.309
	2.00	.319	6	.057	.823	6	.094

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro n° 48 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,094). A continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 51. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante bajo techo a los 7 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para F
Entre grupos	314.846	1.000	314.846	559.395	4.14222E-10	4.965
Dentro de los grupos	5.628	10.000	0.563			
Total	320.474	11.000				

La tabla nº 51 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p . Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la flexión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 14 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 52. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 14 días.

prueba de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.191	6	.200	.918	6	.489
	2.00	.199	6	.200	.958	6	.804

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro nº 52 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,804). A continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 53. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante bajo techo a los 14 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para F
Entre grupos	153.892	1.000	153.892	38.387	0.0001	4.965
Dentro de los grupos	40.089	10.000	4.009			
Total	193.982	11.000				

La tabla nº 53 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p . Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la flexión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 54. Prueba de normalidad del concreto auto compactante bajo techo a los 28 días.

prueba de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.226	6	.200	.943	6	.686
	2.00	.169	6	.200	.964	6	.853

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro nº 54 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,853). A continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 55. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante bajo techo a los 28 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para F
Entre grupos	116.730	1.000	116.730	218.111	4.05939E-08	4.965
Dentro de los grupos	5.352	10.000	0.535			
Total	122.081	11.000				

La tabla nº 55 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p . Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la flexión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

Por lo tanto, aceptamos la hipótesis alterna (H1).

H1: La protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

HIPOTESIS ESPECIFICO 4: La exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

Ho: La exposición a la helada no afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

H1: La exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 56. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a helada a los 7 días.

prueba de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.211	6	.200	.907	6	.419
	2.00	.268	6	.200	.846	6	.146

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro nº 56 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,146). A

continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 57. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante expuesto a helada a los 7 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (p)	Valor crítico para F
Entre grupos	15.809	1.000	15.809	13.073	0.0051	4.965
Dentro de los grupos	12.093	10.000	1.209			
Total	27.902	11.000				

La tabla nº 51 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0051 es el valor de p. Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0051 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la flexión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 14 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 58. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a helada a los 14 días.

	prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.230	6	.200	.911	6	.445
	2.00	.318	6	.058	.820	6	.089

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro nº 58 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,089). A

continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 59. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante expuesto a helada a los 14 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (p)	Valor crítico para F
Entre grupos	163.492	1.000	163.492	133.383	4.1844E-07	4.965
Dentro de los grupos	12.257	10.000	1.226			
Total	175.749	11.000				

La tabla nº 59 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p. Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la flexión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 60. Prueba de normalidad del concreto auto compactante expuesto a helada a los 28 días.

	prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
	tratamiento	estadístico	gl	sig.	estadístico	gl	sig.
RESISTENCIA	1.00	.238	6	.200	.917	6	.482
	2.00	.212	6	.200	.930	6	.583

a. Corrección de significación de Lilliefors

El cuadro nº 58 muestra que el nivel de significación elegido, $\alpha = 0,05$, no es tan alto como el nivel de significación, mostrado por el valor p (Sig. = 0,583). A

continuación, partimos del supuesto de que los datos tienen una distribución normal. Con este conocimiento, podemos analizar los datos mediante ANOVA.

Tabla 61. Prueba de análisis de varianza de la resistencia flexión del concreto auto compactante expuesto a helada a los 28 días.

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (p)	Valor crítico para F
Entre grupos	179.310	1.000	179.310	61.852	1.36696E-05	4.965
Dentro de los grupos	28.990	10.000	2.899			
Total	208.300	11.000				

La tabla nº 61 muestra que la **hipótesis nula** debe rechazarse si el valor de p es inferior a 0,05. Sabemos que 0,0001 es el valor de p. Como sustituimos en la condición, **aceptamos la hipótesis alternativa** porque nuestro valor actual ($0,0001 < 0,05$). Como resultado, los datos de la variable resistencia a la flexión muestran claramente una fuerte asociación positiva. En definitiva, nuestros resultados validan una notable disparidad en la resistencia a la compresión entre los grupos analizados.

Por lo tanto, aceptamos la hipótesis alterna (H1).

H1: La exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

V DISCUSIÓN

OE1. Según esta investigación, el concreto cubierto tenía una resistencia a la compresión de 283,14 kg/cm² a los 28 días. Pero tras añadir 250 ml de plastificante Plastol 20+ a cada saco de cemento, se produjo un notable aumento de la resistencia, que alcanzó los 511,34 kg/cm². Este resultado demuestra lo bien que funcionó el plastificante para mejorar las cualidades del hormigón en el transcurso del plazo de 28 días.

En el estudio hecho por Saldívar (15), la resistencia sin aditivos es de 227,83 kg/cm². Sin embargo, al incorporar el aditivo Chema plast al 0,7%, se observó una mejora en la resistencia a la compresión, alcanzando los 229,03 kg/cm². Esto representa un incremento del 0,53%. En contraste, en el actual investigación, la resistencia experimentó un incremento significativo del 80.50%, lo cual se atribuye a la mayor cantidad de plastificante plastol 20+, añadido en este estudio.

OE2. En este estudio, la resistencia a la flexión del concreto bajo techo a los 28 días es de 28.76 kg/cm². Tras agregar 250 ml de plastificante plastol 20+, por saco de cemento, la resistencia aumenta a 35.00 kg/cm². Esto destaca la efectividad del plastificante para optimar las propiedades del concreto en 28 días.

En el estudio de Uscamayta et al (20) la resistencia sin aditivos fue de 57.60 kg/cm². Al agregar 250 ml de plastificante por saco de cemento, la resistencia aumentó a 61.2 kg/cm², representando un incremento del 6.25%. Sin embargo, en nuestra investigación, donde se utilizó piedra chancada en lugar de lecho de río, se observó un aumento más significativo del 21.68%. Este resultado sugiere que el tipo de agregado, en este caso, la piedra chancada, puede tener un impacto sustancial en la progreso de la resistencia del concreto al incorporar plastificante plastol 20+.

OE3. En este estudio, la resistencia a la compresión del concreto expuesto a la helada a los 28 días es de 148.60 kg/cm². Tras la incorporación de 250 ml de plastificante plastol 20+, por saco de cemento, se evidencia un notable aumento en la resistencia, alcanzando los 345.63 kg/cm². Este resultado resalta la eficacia del plastificante en mejorar las características del concreto, sobre todo cuando está expuesto a la helada de -12 grados Celsius, durante el período de 28 días.

En el estudio de Salinas (14) al utilizar un contenido del 3.0% de aditivo Sika Viscocrete 20 HE, la fuerza a la compresión aumentó de 210 kg/cm² a 279.17 kg/cm², representando un incremento del 29.30%. En nuestra investigación, se observó un incremento aún más notable del 90%. Este resultado sugiere que la incorporación de plastificante plastol 20+, puede tener un impacto sustancial en la progresión de la resistencia del concreto, especialmente cuando se expone a condiciones extremas de helada, como las registradas a -12 grados Celsius.

OE4. En este estudio, la resistencia a la flexión del concreto expuesto a la helada a los 28 días es de 21.44 kg/cm². Tras la adición de 250 ml de plastificante Plastol 20+ por saco de cemento, se observa un notable aumento en la resistencia, alcanzando los 29.17 kg/cm². Este resultado destaca la eficacia del plastificante en mejorar las características del concreto, esencialmente en condiciones de exposición a la helada de -12 grados Celsius, durante el período de 28 días.

Valverde (17) al emplear un 1.5% de aditivo plastificante encontró que la resistencia a la flexión (f_c) aumentó del valor inicial de 34.26 kg/cm² a 41.81 kg/cm², lo que representó un incremento del 22.03%. Sin embargo, en nuestro estudio, al incorporar plastificante Plastol 20+, se observó un aumento aún más pronunciado del 36.06%. Estos hallazgos indican que la adición de Plastol 20+ puede tener un significativo en optimar la resistencia del concreto, especialmente en condiciones extremas de helada, como las registradas a -12 grados Celsius la investigación específica para Puno, donde las condiciones de helada son comunes, indica que la exposición a helada afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante.

OE5. En este estudio, el uso de plastificante, las resistencias a compresión del hormigón expuesto y protegido contra el frío en esta investigación fueron de 141,18 kg/cm² a los siete días, 244,38 kg/cm² a los catorce días y 283,14 kg/cm² a los veintiocho días. Sin embargo, la adición de 250 ml de plastificante Plastol 20+ a cada saco produce un notable aumento de la resistencia, que alcanza 310,39 kg/cm² a los siete días, 314,10 kg/cm² a los catorce días y 511,34 kg/cm² a los veintiocho días. Estos resultados demuestran la efectividad del plastificante en tiempo presente, validando el logro exitoso del objetivo propuesto en la tesis: mejorar la resistencia del concreto expuesto a condiciones de helada.

Uscamayta et al (20) establezco que la añadir de plastificante en el concreto puede ser beneficiosa para mejorar su calidad, especialmente en construcciones que requieran mayor resistencia. Con una dosificación de 250 ml por bolsa de cemento, la resistencia aumentó de 271.3 kg/cm² (sin plastificante) a 289.3 kg/cm² (con plastificante). Además, al incorporar 200 gramos de fibra sintética junto con el plastificante, la resistencia a la compresión mejoró aún más, alcanzando los 302.2 kg/cm². Estos resultados destacan la efectividad de la combinación de plastificante y fibra sintética para fortalecer el concreto, según lo observado en la investigación. Valverde (17), se llegó a la conclusión de que la incorporación de aditivos súper plastificantes en una dosificación del 1.5% mejora las características mecánicas del concreto, esencialmente en climas fríos. Este aumento se refleja en la mejora de la trabajabilidad, así como en un incremento en la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción del hormigón. Gómez et al (16), se llegó a la conclusión de que el súper plastificante 3330 demuestra ser más eficiente que el TM-40 en climas fríos. Este súper plastificante mantiene la trabajabilidad del hormigón durante un período más prolongado, lo que facilitaría su manipulación y uso en proyectos de construcción. Estos resultados son de relevancia para la construcción en regiones con climas fríos.

VI CONCLUSIONES

OE1. La resistencia a la compresión del hormigón autocompactante aumenta considerablemente con la protección bajo techo. La resistencia a la compresión de las probetas mantenidas bajo techo fue superior a la de las probetas expuestas a condiciones meteorológicas controladas, como ciclos de heladas. Esto sugiere que, para preservar la integridad estructural del hormigón auto compactante, es necesario proteger del ambiente.

OE2. La resistencia a la flexión del concreto auto compactante se ve significativamente mejorada cuando los especímenes se almacenan bajo techo. El análisis estadístico confirma que la protección contra la intemperie mejora la al concreto en su a flexión, lo que es un indicador importante para la durabilidad y la seguridad estructural.

OE3. La exposición de la helada, que incluye ciclos que, afecta negativamente la resistencia a la compresión del concreto auto compactante. Los resultados de ANOVA y las pruebas de hipótesis muestran una significativa diferencia en la resistencia a la compresión en los especímenes expuestos a la helada y aquellos protegidos bajo techo, destacando la importancia de considerar las condiciones ambientales en la planificación de proyectos de construcción.

OE4. La resistencia a la flexión del concreto auto compactante se ve comprometida por la exposición a la helada, como lo demuestran los resultados del ensayo de resistencia a la flexión de especímenes sometidos a ciclos de congelamiento. El análisis estadístico y las pruebas de hipótesis indican que existe una disminución significativa en resistencia a la flexión de vigas de hormigón auto compactante que han sido expuestas a condiciones de helada en comparación con aquellas protegidas bajo techo.

Los datos obtenidos a los 7, 14 y 28 días de edad de los especímenes revelan que la exposición a ciclos de congelamiento y descongelamiento afecta adversamente la integridad estructural del concreto auto compactante. Este fenómeno se atribuye a la formación de hielo en los poros y microfisuras del concreto, lo que genera tensiones internas que pueden debilitar la matriz del material y reducir su capacidad para resistir cargas de flexión.

OE5. Las heladas tienen un impacto significativo en la resistencia mecánica del concreto auto compactante. Según la investigación, los ciclos de congelación-descongelación debilitan la resistencia a la compresión, lo que es crucial tener en cuenta en regiones que experimentan con frecuencia bajas temperaturas. Los resultados del estudio indican que las heladas mejoran la resistencia a la compresión del concreto autocompactante.

VII RECOMENDACIONES.

OE1. Para mejorar la resistencia a la compresión del concreto auto compactante en regiones frías como Puno, Perú, se recomienda la protección del concreto durante el curado y la incorporación de aditivos super plastificantes según los hallazgos que indican una resistencia significativamente mayor en muestras protegidas y tratadas con estos aditivos frente a las expuestas a helada, ciclos de congelación y descongelación.

OE2. Se sugiere utilizar cubiertas para proteger el concreto auto compactante de los elementos mientras se cura, con el fin de optimizar la fuerza a la flexión del concreto. La planificación de proyectos de construcción debe incluir estrategias para el curado del concreto que eviten la exposición directa a la intemperie, lo que contribuirá a una mayor durabilidad y resistencia a la flexión del material.

OE3. Se sugiere la evaluación de la resistencia a la compresión del hormigón auto compactante en condiciones de heladas para determinar si es necesario tomar más precauciones de seguridad en la obra.

Es importante añadir aditivos como el plastificante a la mezcla de concreto diseñadas para resistir condiciones de congelación y descongelación, lo que puede ayudar a mantener la resistencia a la compresión en entornos expuestos a helada.

OE4. Se recomienda la realización de estudios adicionales para evaluar el impacto de la helada en la resistencia a la flexión del concreto auto compactante, con el fin de desarrollar mezclas de concreto y técnicas de curado que mitiguen los efectos negativos de la exposición al ambiente.

Es aconsejable considerar el uso de aditivos y fibras que puedan aumentar la tenacidad del concreto y su capacidad para resistir las tensiones inducidas por ciclos de congelación y descongelación, lo cual es particularmente relevante en climas con temperaturas mínimas promedio que pueden llegar a ser extremadamente bajas.

OE5. Dada la disminución en la resistencia mecánica del concreto auto compactante tras la exposición a la helada, se recomienda la implementación de estrategias de protección durante el curado, como el uso de mantas térmicas o la construcción de refugios temporales.

REFERENCIAS

35. **ACI 318S-05.** *Producido por el Comité ACI 318.* 2005.
6. **ACUÑA, L y MILLAN, p.** Influencia del polietileno reciclado de alta densidad en las propiedades del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo. *Universidad Peruana Los Andes. Huancayo, Para optar el título profesional de ingeniero civil.* 2021.
60. **ALVAREZ, Aldo.** *Clasificación de las Investigaciones.* México : s.n., 2020.
5. **ANTITOUR, El.** <https://elantitour.com/todo-lo-que-necesitas-saber-antes-de-viajar-a-belgica/>. [En línea] 2023. <https://elantitour.com/todo-lo-que-necesitas-saber-antes-de-viajar-a-belgica/>.
42. **ARIAS, Fidias G.** *El Proyecto de Investigación.* 2012.
33. **ASTM C 33.** *Agregados para concreto.*
34. **ASTM C 33-3.** *ASTM C 33.* 2001.
52. **ASTM, C39.** *Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.* 2001.
30. **BARZOLA y Jhosselyn, Vanessa.** Evaluación de la consistencia del concreto con aditivo SikaCem plastificante en mezclas secas embolsadas sobre la resistencia del concreto en la ciudad de Huancayo - 2019. 2021.
39. **BARZOLA, Jhosselyn Vanessa.** Evaluación de la consistencia del concreto con aditivo sika Cem plastificante en mezclas secas embolsadas sobre la resistencia del concreto en la ciudad de Huancayo-2019. 2021.
21. **BEATA, Piekarczyk y ADAN, Piekarczyk.** The problem of the equivalent time to start the internal frost resistance test on self-compacting concrete with supplementary cementitious materials. 2020.
36. **BUNGE, Mario.** *La Ciencia Su Metodo y su Filosofia.* Barcelona : Laeloli, S.L, 2013.
40. **CABALLERO, Karen.** *Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas.* Panama : s.n., 2017.
19. **CHENG, Zhao, y otros.** Mesoscopic analysis of heat and moisture coupled transfer in concrete considering phase change under frost action. *Revista.* 2022.
51. **E.0.60 , CONCRETO ARMADO.** *NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN.* 2009.
11. **FLORES, Eva Rina y QUISPE, Marleny Jessica.** "Evaluación de la adición de aditivo incorporador de aire para. *Para obtener el título profesional de ingeniero civil.* 2021.

12. **FRANG, Liu, y otros.** Study on strength formation and frost resistance of concrete. 2022.
32. **GHASEMI, Yahya.** Aggregates in Concrete Mix Design. *tesis para optar el titulo profesional de ingeniero.* 2017.
64. **GOMEZ, Marla Milena.** Propuesta para la implementacion del laboratorio de mecanica de suelos y pavimentos al programa de ingenieria civil de la univercidad tecnologia de bolibar. *pra obtener el titulo profesional de ingeniero civil.* 2006.
16. **GOMEZ, Walter Jefry y VILLAVICENCIO, Kenyo Efrain.** TEMPERATURAS EXTREMAS Y SU RELACIÓN CON LA. *Para obtener el grado profesional de Ingeniero Civil.* 2020.
38. **HERNANDEZ, Roberto, FERNANDES, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar.** *Metodologia de la investigacion.* 2014.
59. **HEWLET, Peter y LISKA, Martin.** *Lea's Chemistry of Cement and Concrete. 5th edicion.* Massachusetts : s.n., 2019.
4. **HOTELEUS.** <https://blog.hoteleus.com/viajar-en-invierno-a-espana/>. [En línea] 2023. [Citado el: 5 de JUNIO de 2023.] <https://blog.hoteleus.com/viajar-en-invierno-a-espana/>.
41. **LOPEZ, Pedro Luis.** *POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO.* 2004.
1. **MARTINEZ, Rebeca, y otros.** Impact of Design Parameters on the Ratio of Compressive to Split Tensile Strength of Self-Compacting Concrete with Recycled Aggregate. España : s.n., 2021.
25. **MENIS, Lourdes y AVALOS, Grinia.** Análisis de las heladas meteorológicas a nivel nacional durante el periodo de bajas temperaturas 2020. Informe Técnico. 2020.
3. **MIRANDA, Luisa, H. MARCHESINI, Flávio y LESAGE, Karel.** The evolution of the rheological behavior of hydrating cement systems: Combining constitutive modeling with rheometry, calorimetry and mechanical analyses. 2022.
23. **MOYANO, Gloria M, y otros.** Effects of water to cement ratio, recycled fine aggregate and air entraining/plasticizer admixture on masonry mortar properties. 10 de enero de 2020.
- MUÑOZ, Socrates, y otros.** Revisión de la resistencia a la compresión del concreto incorporando variedades. 2021. págs. 89-102. 2223-1781.
28. **NTP.** norma tecnica peruana. [En línea] 2005. <https://es.slideshare.net/zonescx/ntp-334009-cementos-portland-requisitos>.

29. **NTP, 334.090.** *Normas Técnicas Peruanas (NTP)*. s.l. : 8va Edición, 2020.
43. **NTP, 400.012.** *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú : s.n., 2001.
44. **NTP, 400.037.** *Agregados. Agregados para el concreto*,. 2018.
45. **NTP, 400.012.** *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. 2013.
46. **NTP, 339.185.** *Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable*. 2013.
47. **NTP, 400.022.** *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. 2013.
48. **NTP, 400.021.** *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. 2013.
49. **NTP, 400.021.** *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. 2013.
50. **NTP, 400.017.** *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. 2011.
53. **NTP, 339.034.** *Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. 2015.
54. **NTP, 339.078.** *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. 2017.
18. **PEÑALOZA, Yancy Milena.** *Uso del aditivo Chema 3 en el proceso de fraguado de un concreto fc 210 kg/cm² climas de bajas temperaturas Macusani-Puno. Univercidad Cesar Vallejo*. Perú, Puno : Univercidad Cesar Vallejo, 2021.
27. **PREDES.** *Desastres, entro de Estudios y prevencion de desastres*. Perú : predes, 2022.
31. **QSI.** [En línea] 2020. <https://www.qsi.pe/wp-content/uploads/2021/08/HT-Plastol-20-V00-2020.pdf>.
8. **QUISPE, Alan.** *Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para. Univercidad Cesar Vallejo, para obtener el titulo profesional ingeniero civil*. 2021.
26. **RPP, Noticias.** <https://rpp.pe/peru/puno/puno-en-emergencia-por-heladas-gobierno-regional-pide-intervencion-del-ejecutivo-para-afrontar-la-crisis-noticia-1493081?ref=rpp>. [En línea] 2023.

7. **SALDIVAR, Alexander.** "Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del. *Para obtener el grado de título profesional de ing civil.* 2021.
14. **SALINAS, Edwin inicio.** Análisis de la influencia del tipo de agregados pétreos en las propiedades físico-mecánicas del hormigón producido con la aplicación del súper e híper-plasticantes. *Trabajos de Titulación - Ingeniería Civil.* 2019.
9. **SENSMHI.** SENAMHI. *Pronóstico del Tiempo para Puno.* [En línea] 2022. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=puno&p=pronostico-meteorologico>.
55. **SENAMHI.** *ATLAS DE HELADAS DEL PERU.* LIMA -PERU : s.n., 2010.
56. **SISTEMA NACIONAL, Defensa civil.** *Plan nacional de contingencia ante las ocurrencia de eventos frios y/o heladas.* lima : s.n., 2006.
22. **SIVAKUMAR, Nele De Belie, Stijn Matthys y Elke, Gruyaert.** Freeze Thaw Resistance of Non-ferrous Slag Concrete. 2023.
37. **TAMAYO.** *El proceso de la investigación científica.* México, : Limusa., 2002.
62. **TITO, Hawat.** Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$. *Para Optener El Título Profesional de Ingeniero.* Puno : universidad Cesar Vallejo, 2022.
20. **USCAMAYTA, Carlos Eduardo, Vela Cáceres, Luis fernando y Chacón Sánchez, victor.** Evaluation of the mechanical properties of a self-compacting concrete adding Sikacem®-1 Fiber synthetic fibers. 2021.
17. **VALVERDE, Elmer Alonso y VARGAS, jorge Alejandro.** INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADITIVOS. *Para optar el título profesional de ingeniero.* 2020.
13. **YIHAN, MA, y otros.** Research progress on polycarboxylate based superplasticizers with tolerance to clays - A review. mayo de 2020.
57. **YURA, Cemento.** *Colocación del concreto bajo temperaturas extremas: Temperaturas Bajas.* [En línea] 2023. <https://www.yura.com.pe/blog/colocacion-del-concreto-bajo-temperaturas-extremas-temperaturas-bajas/>.
15. **ZALDIVAR, Alexander.** "Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del. 2021.
10. **ZEA, Huber Adrian.** Diseño Concreto Durable 280 Kg/Cm² para Climas Gélidos. *Para obtener el título de ingeniero civil.* 2022.
24. **ZHANG, Hui, y otros.** Effects of surface states on salt-frost scaling resistance of cement concrete. 2019.

58. *Effect of recycled aggregates on fresh and hardened properties of self compacting concrete.* **Kanish, Kapoor, S.P., Singh y Paramveer, Singh.** 2020, scienceDirect.
61. *Understanding Physical Geography. Department of Earth,.* **PIDWIRNY, M.** 2021, .Kelowna, Canada: Our Planet.
63. *LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA.* **VARGAS Cordero, , ZOILA Rosa.** 2009.
58. *Effect of recycled aggregates on fresh and hardened properties of self compacting concrete.* **Kanish, Kapoor, S.P., Singh y Paramveer, Singh.** 2020, scienceDirect.
61. *Understanding Physical Geography. Department of Earth,.* **PIDWIRNY, M.** 2021, .Kelowna, Canada: Our Planet.
63. *LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA.* **VARGAS Cordero, , ZOILA Rosa.** 2009.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 03: Resultados de los ensayos de laboratorio

Anexo 04: Certificado de calibración de equipos de laboratorio

Anexo 05: Validez

Anexo 06: Ficha técnica del aditivo.

Anexo 07: Mapa y planos

Anexo 08: Panel fotográfico

Anexo 01: Matriz de consistencia

Titulo: Efecto de la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023

Autor: Sullca Chura Roger Ali

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADORES</u>
<u>PROBLEMA GENERAL</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS GENERAL</u>	<u>Variable independiente:</u>	Bajo techo	I1: °C
¿Cuánto afecta la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023?	Determinar cuánto afecta la helada a la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023	La helada afecta significativamente a la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023.	Helada	Expuesto a la helada.	I1: °C
<u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u>	<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</u>	<u>Variable dependiente:</u>		
¿Cuánto afecta la protección bajo techo en la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, Puno, 2023?	Determinar cuánto afecta la protección bajo techo en la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, Puno, 2023	La protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, Puno, 2023	Resistencia mecánica del concreto auto compactante	Resistencia a la compresión	I1: 7días I2: 14días I3: 28días
¿Cuánto afecta la protección bajo techo en la resistencia a la flexión del concreto autocompactante, Puno, 2023?	Determinar cuánto afecta la protección bajo techo en la resistencia a la flexión del concreto autocompactante, Puno, 2023	La protección bajo techo afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto autocompactante, Puno, 2023		Resistencia a la flexión	I1: 7días I2: 14días I3: 28días
¿Cuánto afecta la exposición a la helada en la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, Puno, 2023?	Determinar cuánto afecta la exposición a la helada en la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, Puno, 2023	la exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la compresión del concreto auto compactante, Puno, 2023		Resistencia a la flexión	I1: 7días I2: 14días I3: 28días
¿Cuánto afecta la exposición a la helada en la resistencia a la flexión del concreto auto compactante, Puno, 2023?	Determinar cuánto afecta la exposición a la heladas en la resistencia a la flexión del concreto auto compactante, Puno, 2023	La exposición a la helada afecta significativamente a la resistencia a la flexión del concreto auto compactante, Puno, 2023		Aditivo plastificante	I1: 250 ml/bls
<u>METODOLOGÍA</u>	<u>Enfoque:</u> cuantitativo, <u>tipo de estudio:</u> básico, <u>diseño:</u> experimental, <u>método:</u> hipotético-deductivo, <u>nivel:</u> descriptivo, explicativo ,correlacional , <u>alcance:</u> longitudinal				

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

Título: Efecto de la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023

Autor: Sullca Chura Roger Ali

variable	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente:		
	Bajo techo	I1: °C
Helada		
	Expuesto a la helada	I1: °C
Variable dependiente:	Resistencia a la compresión	I1: 7días
		I2: 14días
		I3: 28días
Resistencia mecánica del concreto auto compactante	Resistencia a la flexión	I1: 7días
		I2: 14días
		I3: 28días
	Aditivo plastificante	I1: 250 ml/bls

Anexo 03: Resultados de los ensayos de laboratorio

TESIS: : EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 TESISTA : BACH. SULLCA CHURA ROGER ALI
 UBICACIÓN : JULIACA -SAN ROMAN -PUNO
 CANTERA : ISLA - JESSERVI -JULIACA
 FECHA : 16 DE NOVIEMBRE DEL 2023 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

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

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO

CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso específico 2.85 Tn/m³

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

	Kg/m ³	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m ³	1.702	1.569
Peso Unit. Seco Suelto	Kg/m ³	1.611	1.445
Peso Especifico de la Masa	gr/cc	2.520	2.520
Contenido de Humedad	%	0.000	0.000
Porcentaje de Absorción	%	2.880	2.700
Modulo de Fineza		3.200	
Tamaño Maximo Nominal	pulg.	-	3/4"

DATOS DE DISEÑO

Clima	Frio	
Slump	3" a 4"	
Agua/m ³	205	
Contenido de aire	2.0%	
Relacion agua - cemento	0.45	
Relacion agua - cemento	0.45	
Factor de cemento	455.56 Kg/m ³	10.72 Bls/m ³

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

Cemento	455.56	/	2.85	=	0.160
Agua	205	/	1000	=	0.205
Aire	2.0%	/	100	=	0.02
Agregado Grueso	941	/	2560	=	0.368
Agregado Fino	2520			=	0.247
					1.00

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

Cemento				=	455.56 Kg/m ³
Agregado Grueso	0.368	x	2.520	=	926.69 Kg/m ³
Agregado Fino	0.247	x	2.520	=	622.44 Kg/m ³
Agua Diseño				=	205 Lt/m ³
					2209.69 Kg/m ³

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
 Ing. Rina Luzmeñ Tampara Ticon
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 170004

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION:

Agregado Grueso	0.000	x	926.69	=	0.00 Lt.
Agregado Fino	0.000	x	622.44	=	0.00 Lt.
Abs% Agregado Grueso - W%	-2.700	x	926.691	=	-25.02 Lt.
Abs% Agregado fino - W%	-2.880	x	622.440	=	-17.93 Lt.
Agua Efectiva					247.95 Lt.

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:

Cemento				=	455.56 Kg/cm3
Agregado Grueso	926.69	+	0.00	=	926.69 Kg/cm3
Agregado Fino	622.440	+	0.00	=	622.44 Kg/cm3
Agua				=	247.95 Kg/cm3
					2252.63 Kg/cm3

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	455.56	/	455.56	=	1
Agregado Grueso	926.69	/	455.56	=	2.03
Agregado Fino	622.44	/	455.56	=	1.37
Agua	247.95	/	10.72	=	23.132

6. PESO DE MATERIAL POR BOLSA:

Cemento	1	x	42.5	=	42.50 Kg/bolsa
Agregado Grueso	2.07	x	42.5	=	87.975 Kg/bolsa
Agregado Fino	1.39	x	42.5	=	59.075 Kg/bolsa
Agua	23.132			=	23.132 Lt/bolsa

Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias

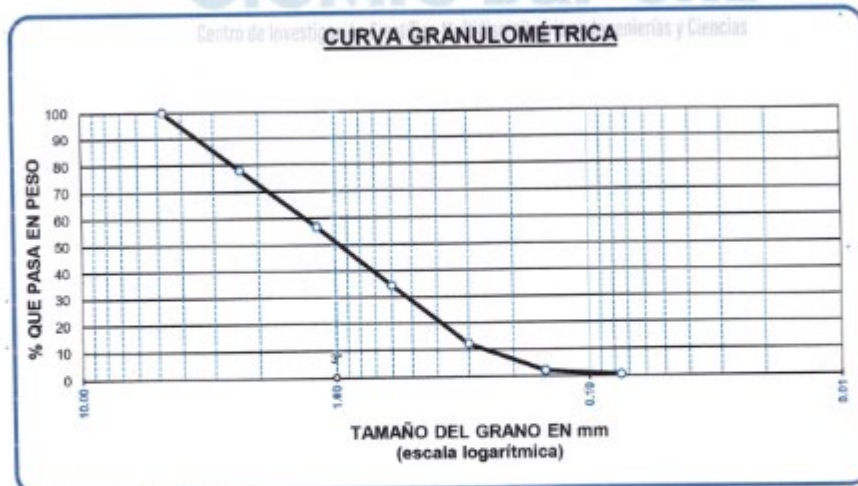
CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
Rina Luzmeñ Yampara
Ing Rina Luzmeñ Yampara-Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 118004

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AGREGADO FINO
(ASTM C-136)**

TESIS : EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO
 TESIS : AUTO COMPACTANTE, PUNO ,2023
 TESIS : BACH. SULLCA CHURA ROGER ALI
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN -PUNO
 CANTERA : ISLA - JULIACA
 ESTADO: NATURAL
 FECHA : 25 DE NOVIEMBRE DEL 2023
 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Material proveniente de rio
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	
No8	2.360	110.00	22.00	22.00	78.00	
No10	2.000					
No16	1.180	106.00	21.20	43.20	56.80	
No20	0.850					
No30	0.600	112.00	22.40	65.60	34.40	
No40	0.425					
No 50	0.300	111.00	22.20	87.80	12.20	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	51.00	10.20	98.00	2.00	
No200	0.075	8.00	1.60	99.60	0.40	
BASE		2.00	0.40	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		0.40				

MODULO DE FINEZA: 3.20

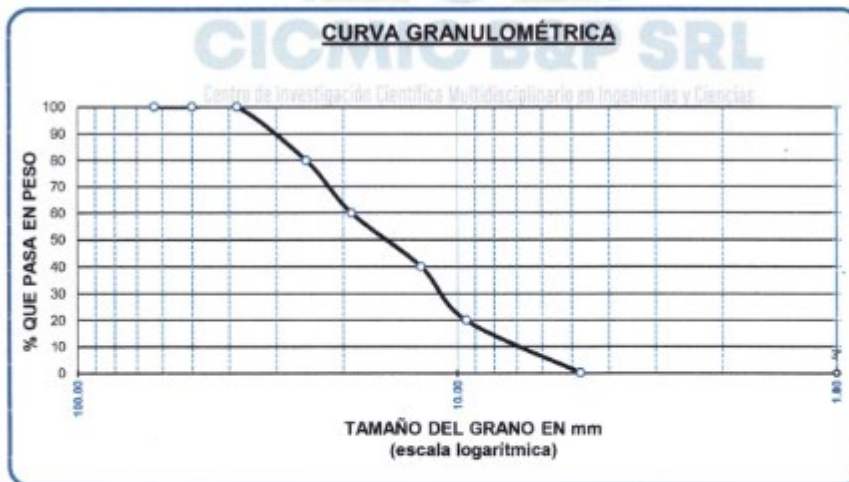


CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingeniería y Ciencias
 Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 116564

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AGREGADO GRUESO
(ASTM C-136)**

TESIS : EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO
AUTO COMPACTANTE, PUNO ,2023
TESISTA :BACH. SULLCA CHURA ROGER ALI
UBICACIÓN :JULIACA - SAN ROMAN -PUNO
CANTERA : JESSERVI - JULIACA ESTADO: PIEDRA CHANCADA
FECHA : 25 DE NOVIEMBRE DEL 2023 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	material proveniente de trituration mecanica
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	599.00	19.97	19.97	80.03	
3/4"	19.000	600.00	20.00	39.97	60.03	
1/2"	12.500	598.00	19.93	59.90	40.10	
3/8"	9.500	599.00	19.97	79.87	20.13	
1/4"	6.300					
No4	4.750	598.00	19.93	99.80	0.20	
BASE		6.00	0.20	100.00	0.00	
TOTAL		3000.00	100.00			
% PERDIDA		0.20				



CICMIC B&P SRL
- Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

TESIS: :EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO
 COMPACTANTE, PUNO, 2023
 TESISTA : BACH. SULLCA CHURA ROGER ALI
 UBICACIÓN : JULIACA SAN ROMAN -PUNO
 CANTERA : ISLA- JULIACA ESTADO :NATURAL
 FECHA :16 DE OCTUBRE DEL 2023 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM - D - 2216 - MTC - E 108)

MUESTRA (AGREGADO FINO)	A - 1	A - 2
SUELO HUMEDO + TARRO (gr)	267.21	258.65
SUELO SECO + TARRO (gr)	267.2	258.64
PESO DEL TARRO (gr)	23.3	24.60
PESO DEL AGUA (gr)	0.01	0.01
PESO DEL SUELO SECO (gr)	243.9	234.04
HUMEDAD %	0.0	0.0
PROMEDIO	0.00	

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingeniería y Ciencias
 Ing Rina Luzmeñ Yampáña Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 119084

TESIS: :EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO
 COMPACTANTE, PUNO, 2023

TESISTA : BACH. SULLCA CHURA ROGER ALI

UBICACIÓN : JULIACA SAN ROMAN -PUNO

CANTERA : JESSERVI- JULIACA

ESTADO :PIEDRA CHANCADA

FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2023

COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
 (ASTM - D - 2216 - MTC - E 108)**

MUESTRA (AGREGADO GRUESO)	B - 1	B - 2
SUELO HUMEDO + TARRO (gr)	423.76	419.45
SUELO SECO + TARRO (gr)	423.75	419.45
PESO DEL TARRO (gr)	41.32	44.23
PESO DEL AGUA (gr)	0.01	0.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	382.43	375.22
HUMEDAD %	0.00	0.00
PROMEDIO	0.00	

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingeniería y Ciencias

 Ing Rina Luzmen Yampara Ticona
 ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 119664

TESIS: : EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 TESISTA : BACH.
 UBICACIÓN : JULIACA -
 CANTERA : ISLA - JESSERVI - JULIACA
 FECHA : 16 DE NOVIEMBRE DEL 2023 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(ASTM C - 128)

AGREGADO GRUESO			
Numero de muestras	1	2	3
A Peso de muestra secada al horno	779.00	784.00	781.00
B Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	805.00	802.00
Wc Peso del picnómetro	1342.00	1342.00	1342.00
W Peso del picnómetro + muestra + agua	1824.00	1826.00	1827.00
Peso específico	2.52	2.51	2.53
Absorción %	2.70	2.68	2.69
PROMEDIO P.E.	2.52		
PROMEDIO	2.7		

AGREGADO FINO			
Numero de muestras	1	2	3
A Peso de muestra secada al horno	486.11	486.94	487.94
B Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	501.00	502.00
Wc Peso del picnómetro	1342.00	1342.00	1342.00
W Peso del picnómetro + muestra + agua	1643.00	1644.00	1645.00
Peso específico	2.51	2.52	2.52
Absorción %	2.86	2.89	2.88
PROMEDIO P.E.	2.52		
PROMEDIO ABS.	2.88		

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
 Ing Rina Luzmei Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 170864

TESIS : EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 TESISISTA : BACH. SULLCA CHURA ROGER ALI
 UBICACIÓN : JULIACA -SAN ROMAN -PUNO
 CANTERA : ISLA - JULIACA
 FECHA : 16 DE OCTUBRE

ESTADO : NATURAL
 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

**PESOS UNITARIOS
 (ASTM C - 29)**

AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	9462	9461	9463
B Peso del molde	gr	6027	6027	6027
C Peso del material	gr	3435	3434	3436
D Volumen del Molde	cm ³	2132.7	2132.7	2132.7
E Peso unitario	gr/cm ³	1611	1610	1611
F Promedio	gr/cm ³	1611		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	9659	9657	9653
B Peso del molde	gr	6027	6027	6027
C Peso del material	gr	3632	3630	3626
D Volumen del Molde	cm ³	2132.7	2132.7	2132.7
E Peso unitario	gr/cm ³	1703	1702	1700
F Promedio	gr/cm ³	1702		

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingeniería y Geotecnia

 Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 119004

TESIS : EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 TESISISTA : BACH. SULLCA CHURA ROGER ALI
 UBICACIÓN : JULIACA -SAN ROMAN -PUNO
 CANTERA : JESSERVI- JULIACA
 FECHA : 16 DE OCTUBRE
 ESTADO : PIEDRA CHANCADA
 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

PESOS UNITARIOS
 (ASTM C - 29)

AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	13125	13133	13130
B Peso del molde	gr	8449	8449	8449
C Peso del material	gr	4676	4684	4681
D Volumen del Molde	cm ³	3230	3230	3230
E Peso unitario	gr/cm ³	1448	1450	1449
F Promedio	gr/cm ³	1449		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Numero de muestras		1	2	3
A Peso del material + molde	gr	13516	13517	13519
B Peso del molde	gr	8449	8449	8449
C Peso del material	gr	5067	5068	5070
D Volumen del Molde	cm ³	3230	3230	3230
E Peso unitario	gr/cm ³	1569	1569	1570
F Promedio	gr/cm ³	1569		

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias

 Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 179084

TÍTULO: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
ENSAYO: SLUMP Y CONO INVERTIDO
MUESTRA: TESTIGOS DE CONCRETO

TESTA: BACH, ROGER ALI SULLCA OLIVERA
FECHA: 04 DE DICIEMBRE DEL 2023
COD. EXPERIMENTO: 30-2023-CICMIC-38P

ENSAYO DE SLUMP
NTP 339.035

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Concreto Patrón (CP)

N°	ASENTAMIENTO (Pig)	PROMEDIO	SLUMP (cm)
1	4	3.87	9.82
2	3.5		
3	4.1		
4	3.8	3.77	9.57
5	3		
6	4.5		
7	3.5	4	10.16
8	3.9		
9	4.6		
10	4.3	3.73	9.48
11	3.5		
12	3.4		

TRABAJABILIDAD COMO INVERTIDO PARA CONCRETO AUTO COMPACTANTE

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Concreto Auto Compactante (CAC)

N°	ASENTAMIENTO (Pig)	PROMEDIO	SLUMP (cm)
1	26	25.67	65.19
2	25		
3	26		
4	27	26	66.04
5	24		
6	27		
7	25	25.33	64.35
8	26		
9	25		
10	26	25.67	65.19
11	27		
12	24		

TEMA: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 ENSAYO: TEMPERATURA TERCIA: BACH. ROGER AU SULUCA CHURA
 MUESTRA: TESTIGOS DE CONCRETO FECHA: 04 DE DICIEMBRE DEL 2023 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

ENSAYO DE TEMPERATURA
NTP 339.184

BAJO TECHO

CONCRETO PATRON

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	VIGAS		
		TEMPERATURA (°C)		
		AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
CONCRETO PATRON	4/10/2023	12.2	13.2	15.5
CONCRETO PATRON	4/10/2023	12.4	13.3	
CONCRETO PATRON	4/10/2023	12.7	13.6	
CONCRETO PATRON	4/10/2023	13.7	14.1	
CONCRETO PATRON	4/10/2023	14.7	15.2	
CONCRETO PATRON	4/10/2023	14.7	15.2	

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	BRICUETAS		
		TEMPERATURA (°C)		
		AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
CONCRETO PATRON	4/10/2023	12.2	13.8	13.64
CONCRETO PATRON	4/10/2023	12.4	13.6	
CONCRETO PATRON	4/10/2023	12.7	13.2	
CONCRETO PATRON	4/10/2023	13.7	14.1	
CONCRETO PATRON	4/10/2023	14.7	13.5	
CONCRETO PATRON	4/10/2023	14.7	13.5	

CONCRETO AUTO COMPACTANTE

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	VIGAS		
		TEMPERATURA (°C)		
		AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	12.2	13.6	15.55
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	12.4	14.1	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	12.7	13.6	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	13.7	15.2	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	14.7	15.3	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	14.7	15.3	

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	BRICUETAS		
		TEMPERATURA (°C)		
		AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	12.2	14.1	14.78
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	12.4	13.6	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	12.7	13.3	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	13.7	14.1	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	14.7	14.8	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	4/10/2023	14.7	14.8	

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
 Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 170084

TEMA: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 ENSAYO: TEMPERATURA
 MUESTRA: TESTIGOS DE CONCRETO
 TESTA: BACH. ROSER ALI SULLCA CHURA
 FECHA: 04 DE DICIEMBRE DEL 2022
 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - 8&P

ENSAYO DE TEMPERATURA
 NTP 535.184

EXPUESTO A LA HELADA

CONCRETO PATRON

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	TEMPERATURA (°C)				PROMEDIO
		VEGAS				
		AMBIENTE	CONCRETO	CONCRETO EXPUESTO A LA HELADA		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.2	20.5	-12	-12	
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.3	20.8	-12		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	18.2	19.9	-12		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.1	20.1	-12		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.3	20.3	-12		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.3	20.3	-12		

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	TEMPERATURA (°C)				PROMEDIO
		BROQUETAS				
		AMBIENTE	CONCRETO	CONCRETO EXPUESTO A LA HELADA		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.2	18.5	-12	-12	
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.3	17.8	-12		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	18.2	18.9	-12		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.1	18.1	-12		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.3	18.3	-12		
CONCRETO PATRON	22/10/2023	17.3	18.3	-12		

CONCRETO AUTO COMPACTANTE

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	TEMPERATURA (°C)				PROMEDIO
		VEGAS				
		AMBIENTE	CONCRETO	CONCRETO EXPUESTO A LA HELADA		
CONCRETO	22/10/2023	17.2	20.8	-12	-12	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	17.3	20.2	-12		
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	18.2	20	-12		
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	17.1	19.1	-12		
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	17.3	20.3	-12		
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	17.3	20.3	-12		

DESCRIPCION	FECHA DE VACIADO	TEMPERATURA (°C)				PROMEDIO
		BROQUETAS				
		AMBIENTE	CONCRETO	CONCRETO EXPUESTO A LA HELADA		
CONCRETO	22/10/2023	17.2	18.1	-12	-12	
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	17.3	18.6	-12		
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	18.2	18.4	-12		
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	17.1	18.1	-12		
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	17.3	18.8	-12		
CONCRETO AUTO COMPACTANTE	22/10/2023	17.3	18.8	-12		

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
 Ing. Rina Luzmien Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 176064

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUÑO, 2023
 ENSAYO: ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE TESISISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURU
 MUESTRA: TESTIGOS DE CONCRETO FECHA: 04 DE DICIEMBRE DEL 2023 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE
(ASTM D - 422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD (Días)	Area (cm ²)	CARGA (Kg)	ROTURA (kg/cm ²)	%
		(Kg/cm ²)	MOLEDO	ROTURA					
1	Concreto patron (CP)	210	2019/02/23	29/10/2023	7	176.30	24150.00	136.98	65.23%
2	Concreto patron (CP)	210	2019/02/23	29/10/2023	7	176.30	25460.00	144.53	68.82%
3	Concreto patron (CP)	210	2019/02/23	29/10/2023	7	176.30	34770.00	196.50	93.90%
4	Concreto patron (CP)	210	2019/02/23	30/10/2023	7	176.30	29670.00	168.30	81.34%
5	Concreto patron (CP)	210	2019/02/23	31/10/2023	7	176.30	25260.00	143.28	68.23%
6	Concreto patron (CP)	210	25/10/2023	1/11/2023	7	176.30	24010.00	136.19	64.85%
7	Concreto patron (CP)	210	2019/02/23	5/11/2023	14	176.30	42390.00	240.11	117.20%
8	Concreto patron (CP)	210	2019/02/23	5/11/2023	14	176.30	42390.00	240.25	118.74%
9	Concreto patron (CP)	210	2019/02/23	5/11/2023	14	176.30	42290.00	240.55	116.93%
10	Concreto patron (CP)	210	23/10/2023	6/11/2023	14	176.30	42270.00	239.76	114.17%
11	Concreto patron (CP)	210	24/10/2023	7/11/2023	14	176.30	43640.00	247.53	117.87%
12	Concreto patron (CP)	210	25/10/2023	8/11/2023	14	176.30	42950.00	247.95	113.31%
13	Concreto patron (CP)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	51170.00	290.24	138.21%
14	Concreto patron (CP)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	48170.00	273.23	130.11%
15	Concreto patron (CP)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	49360.00	279.41	132.05%
16	Concreto patron (CP)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	51150.00	290.12	138.16%
17	Concreto patron (CP)	210	20/10/2023	10/11/2023	28	176.30	48560.00	275.44	132.16%
18	Concreto patron (CP)	210	20/10/2023	10/11/2023	28	176.30	51200.00	290.41	138.29%

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD (Días)	Area (cm ²)	CARGA (Kg)	ROTURA (kg/cm ²)	%
		(Kg/cm ²)	MOLEDO	ROTURA					
1	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	28/10/2023	7	176.30	30030.00	170.21	105.34%
2	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	28/10/2023	7	176.30	44790.00	254.14	126.95%
3	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	28/10/2023	7	176.30	47590.00	269.94	138.54%
4	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	28/10/2023	7	176.30	48760.00	276.57	131.70%
5	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	28/10/2023	7	176.30	40980.00	232.44	110.69%
6	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	28/10/2023	7	176.30	46850.00	265.74	126.54%
7	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	31/10/2023	14	176.30	46270.00	262.50	126.81%
8	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	31/10/2023	14	176.30	49940.00	283.12	128.72%
9	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	31/10/2023	14	176.30	49110.00	278.07	129.09%
10	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	31/10/2023	14	176.30	49390.00	279.24	129.47%
11	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	31/10/2023	14	176.30	49440.00	279.27	129.47%
12	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	31/10/2023	14	176.30	52800.00	299.45	138.64%
13	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	49400.00	279.29	129.47%
14	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	52180.00	296.85	138.98%
15	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	50450.00	286.05	134.33%
16	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	50600.00	287.18	134.58%
17	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	49450.00	279.27	129.47%
18	Concreto Autocompactante (CA)	210	22/10/2023	10/11/2023	28	176.30	47860.00	271.52	129.96%

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingeniería y Ciencias
 Ing. Rina Luzmien Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 170084

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 ENSAYO: ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE TESISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
 MUESTRA: TESTIGOS DE CONCRETO FECHA: 04 DE DICIEMBRE DEL 2023 COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE
(ASTM D - 422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm ²)	FECHA DE		EDAD (Días)	Area (cm ²)	CARGA (Kg)	ROTURA (kg/cm ²)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	20910.00	113.50	54.05%
2	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	23160.00	131.37	62.56%
3	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	19120.00	108.40	51.64%
4	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	17380.00	98.58	46.94%
5	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	17400.00	98.70	47.00%
6	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	18120.00	103.91	49.48%
7	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	19800.00	112.91	53.48%
8	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	16480.00	93.81	44.24%
9	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	17450.00	98.08	47.13%
10	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	19890.00	112.82	53.72%
11	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	20050.00	113.73	54.16%
12	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	21300.00	120.82	57.53%
13	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	25040.00	142.57	69.79%
14	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	28770.00	163.19	77.71%
15	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	25960.00	145.88	69.56%
16	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	24990.00	141.52	67.89%
17	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	27600.00	155.43	74.01%
18	Concreto patron Congelado (CP)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	24950.00	139.23	66.81%

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm ²)	FECHA DE		EDAD (Días)	Area (cm ²)	CARGA (Kg)	ROTURA (kg/cm ²)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	60640.00	343.96	162.70%
2	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	52760.00	297.75	137.02%
3	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	60860.00	344.87	164.22%
4	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	52620.00	296.47	142.13%
5	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	51201.00	290.42	138.30%
6	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	176.30	52440.00	296.88	141.87%
7	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	56300.00	319.34	152.07%
8	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	52270.00	294.78	140.37%
9	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	54680.00	310.15	147.69%
10	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	56250.00	312.89	152.28%
11	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	62050.00	351.86	167.60%
12	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	176.30	50510.00	286.50	136.43%
13	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	54840.00	311.06	148.12%
14	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	58860.00	339.19	161.52%
15	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	66440.00	371.89	176.75%
16	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	56420.00	317.04	160.49%
17	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	58550.00	332.80	158.34%
18	Concreto Autocompactante Congelado (CA)	210	4/11/2023	21/12/2023	28	176.30	67540.00	383.21	182.48%

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023

ENSAYO: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION TESTISTA:
MUESTRA: TESTIGOS DE CONCRETO

FECHA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
04 DE DICIEMBRE DEL 2023

COD. EXPEDIENTE: 20-2023 CICMIC - B&P

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION
(ASTM C 78)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE		EDAD (Días)	Luz Libre (l) (cm)	CARGA (Kg)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	ROTURA (kg/cm2)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1054.00	15	15	14.05
2	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1220.00	15	15	16.27
3	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1342.00	15	15	17.89
4	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1046.00	15	15	13.95
5	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1215.00	15	15	16.20
6	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1190.00	15	15	15.87
7	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	1440.00	15	15	19.20
8	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	1632.00	15	15	21.76
9	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	1540.00	15	15	20.53
10	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	1480.00	15	15	19.73
11	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	1489.00	15	15	19.85
12	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	1425.00	15	15	19.00
13	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	1760.00	15	15	23.47
14	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	1687.00	15	15	22.49
15	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	1454.00	15	15	19.39
16	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	1550.00	15	15	20.67
17	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	1498.00	15	15	19.97
18	Viga patron Congelado (VP)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	1698.00	15	15	22.64

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE		EDAD (Días)	Luz Libre (l) (cm)	CARGA (Kg)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	ROTURA (kg/cm2)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1340.00	15	15	17.87
2	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1345.00	15	15	17.93
3	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1330.00	15	15	17.73
4	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1410.00	15	15	18.80
5	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1355.00	15	15	18.07
6	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	11/11/2023	7	45	1320.00	15	15	17.60
7	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	1980.00	15	15	26.40
8	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	2008.00	15	15	26.77
9	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	2000.00	15	15	26.67
10	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	2215.00	15	15	29.53
11	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	2105.00	15	15	28.07
12	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	18/11/2023	14	45	2020.00	15	15	26.93
13	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	2084.00	15	15	27.79
14	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	2050.00	15	15	27.33
15	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	2369.00	15	15	31.85
16	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	2198.00	15	15	29.31
17	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	2291.00	15	15	30.55
18	Viga Autocompactante Congelado (VA)	210	4/11/2023	2/12/2023	28	45	2114.00	15	15	28.19

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUÑO, 2023
 ENSAYO: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXI **TESISTA:** BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
MUESTRA: TESTIGOS DE CONCRETO **FECHA:** 04 DE DICIEMBRE DEL 2023 **COD. EXPEDIENTE:** 20-2023 CICMIC - B&P

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION
(ASTM C 78)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE		EDAD (Días)	Luz Libre (L) (cm)	CARGA (Kg)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	ROTURA (kg/cm2)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1210.00	15	15	16.13
2	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1104.00	15	15	14.72
3	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1223.00	15	15	16.31
4	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1250.00	15	15	16.67
5	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1094.00	15	15	14.59
6	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1185.00	15	15	15.80
7	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	1780.00	15	15	23.73
8	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	1550.00	15	15	20.67
9	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	1960.00	15	15	26.13
10	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	2010.00	15	15	26.80
11	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	1589.00	15	15	21.19
12	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	1864.00	15	15	24.85
13	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2140.00	15	15	28.53
14	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2240.00	15	15	29.87
15	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2151.00	15	15	28.68
16	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2210.00	15	15	29.47
17	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2140.00	15	15	28.53
18	Viga patron (VP)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2060.00	15	15	27.47

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE		EDAD (Días)	Luz Libre (L) (cm)	CARGA (Kg)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	ROTURA (kg/cm2)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1980.00	15	15	26.40
2	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1987.00	15	15	26.49
3	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1876.00	15	15	25.01
4	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1970.00	15	15	26.27
5	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1899.00	15	15	25.32
6	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	29/10/2023	7	45	1964.00	15	15	26.19
7	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	2210.00	15	15	29.47
8	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	2260.00	15	15	30.13
9	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	2370.00	15	15	31.60
10	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	2460.00	15	15	32.80
11	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	2396.00	15	15	31.95
12	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	5/11/2023	14	45	2280.00	15	15	30.40
13	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2660.00	15	15	35.47
14	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2590.00	15	15	34.53
15	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2640.00	15	15	35.20
16	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2625.00	15	15	35.00
17	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2555.00	15	15	34.07
18	Viga Autocompactante (VA)	210	22/10/2023	19/11/2023	28	45	2678.00	15	15	35.71

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias
 Ing Rina Luzmen Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 17004

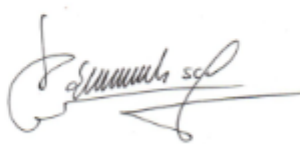
Anexo 04: Certificado de calibración de equipos de laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 056 - 2023

		Página 1 de 3
Expediente	23-0099	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
1. Solicitante	CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P SRLtda	
2. Dirección	Jr. Santa Catalina km. S/N Mza. 6 Lote 11 Urb. Los Choferes, Juliaca - San Roman - PUNO	
3. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	
Número de Serie	1130	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
4. Fecha de Calibración	2023-07-17	
5. Fecha de Emisión	2023-07-19	

Sello

Jefe de Laboratorio

Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2023.07.19 12:28:16
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 056 - 2023

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Jr. Santa Catalina km. S/N Mza. 6 Lote 11 Urb. Los Choferes, Juliaca - San Roman - PUNO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	13,6 °C	13,9 °C
Humedad Relativa	42 % HR	42 % HR



9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2022-187747	Celda de carga calibrado a 150 tn con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-065-23A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 056 - 2023

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	F_i (kgf)	F_e (kgf)	F_o (kgf)	F_n (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000	10023	10029	10017	10023
20	20000	20015	20037	20025	20026
30	30000	29992	29964	29994	29993
40	40000	39918	39934	39942	39932
50	50000	49891	49923	49905	49906
60	60000	59859	59891	59869	59873
70	70000	69818	69856	69830	69834
80	80000	79784	79810	79788	79794
90	90000	89735	89773	89745	89751
100	100000	99677	99709	99667	99691
Retorno a Cero		0	0	0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	-0,23	0,12	---	0,10	0,25
20000	-0,13	0,11	---	0,05	0,25
30000	0,06	0,10	---	0,03	0,25
40000	0,17	0,06	---	0,03	0,25
50000	0,19	0,06	---	0,02	0,25
60000	0,21	0,05	---	0,02	0,25
70000	0,24	0,05	---	0,01	0,25
80000	0,26	0,03	---	0,01	0,25
90000	0,26	0,04	---	0,01	0,25
100000	0,31	0,03	---	0,01	0,25

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 9D1F-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-06

1. SOLICITANTE : CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P SOCIEDAD COMERC

DIRECCIÓN : JR. SANTA CATALINA KM. SN MZA. 6 LOTE. 11 URB. LOS CHOFERES PUNO - SAN ROMAN JULIACA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 6342412415

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-05

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
LAB. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE CICMIO B&P S.R.L.
JR. SANTA CATALINA KM. SN MZA. 6 LOTE. 11 URB. LOS CHOFERES PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

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 %.

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

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

SUPERVISOR
GILMER ANTONJO HUAMAN POOLLOMA
Responsable de Metrología



Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Micaletres Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	14,5 °C	14,4 °C
Humedad Relativa	33 %	33 %

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METRÓL	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (Exactitud E2)	LM - C - 288 - 2022
Patrones de referencia de TOTAL WEIGHT	Pesas (Exactitud M2)	CM - 1864 - 2022 CM - 1865 - 2022 CM - 1866 - 2022

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 29969 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
DESOLACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRASA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	N°	Carga L1 ^m (kg)	Temp. (°C)			
			Inicial 14,5		Final 14,5	
			15,000 g	ΔL(g)	E(g)	30,000 g
1	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	-0,1
2	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
3	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
4	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,5	0,0
5	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	0,0
6	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	-0,1
7	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	-0,1
8	15,000	0,5	0,0	30,000	0,6	-0,1
9	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
10	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
Error máximo permitido			± 0,1		± 0,1	



Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores Mz. F.11-60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

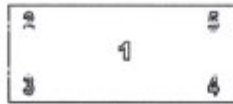
Teléfono:
(01) 622 - 59 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 9D1F - 2023 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Función de la Carga	Determinación de E _c				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	kg	Δ(g)	E _c (g)	Carga (g)	kg	Δ(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	0,5	0,0	10,000	10,000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,5	0,0		10,000	0,4	0,1	0,1
3		10	0,5	0,0		10,000	0,5	0,0	0,0
4		10	0,5	0,0		10,001	0,5	1,0	1,0
5		10	0,5	0,0		10,001	0,4	1,1	1,1

(*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp ^(*) ±(g)
	kg	Δ(g)	E(g)	E _c (g)	kg	Δ(g)	E(g)	E _c (g)	
10	10	0,5	0,0	0,0	20	0,5	0,0	0,0	10
20	20	0,5	0,0	0,0	100	0,5	0,0	0,0	10
100	100	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	10
500	500	0,6	-0,1	-0,1	1.000	0,6	-0,1	-0,1	10
1.000	1.000	0,5	0,0	0,0	5.000	0,5	0,0	0,0	10
5.000	5.000	0,6	-0,1	-0,1	10.000	0,5	0,0	0,0	20
10.000	10.000	0,6	0,0	0,0	15.000	0,5	0,0	0,0	20
15.000	15.000	0,6	0,0	0,0	20.000	0,5	0,0	0,0	20
20.000	20.000	0,6	-0,1	-0,1	25.000	0,6	-0,1	-0,1	30
25.000	25.000	0,6	-0,1	-0,1	30.000	0,7	-0,2	-0,2	30

(*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 315E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 1,246E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza Δ: Carga Incrementada E: Error encorutado E_c: Error en cero E_g: Error corregido

Módulo de tipo Científico: Exp = 10^{xx} (Ejemplo: E=00 = 10⁰²)

FIN DEL DOCUMENTO



Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios.gylaboratorio@gmail.com

Av. Miraflores, Mz. E.11.60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883
927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION CONO DE ABSORCIÓN DE ARENAS CON PISÓN

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Cono	Material: Acero Inoxidable Diámetro Superior: 40mm \pm 3,00 mm Diámetro Inferior: 90 mm \pm 3,00 mm Altura: 75mm \pm 3,00 mm
Pisón	Diámetro: 25,4 mm \pm 3,00 mm Largo: 168 mm Peso :340 g \pm 15 g
Serie	0119

El Cono de absorción de arena con pisón ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C – 128
NTP 400.022

Lima, 29 de noviembre del 2022

Aprobado:

PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO PEÑAS MORA
DEPT. TÉCNICO Y METROLOGÍA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MESA PARA GRAVEDAD ESPECIFICA

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

DIMENSIONES	40 cm X 40 cm X 110 cm
ACABADO	PINTURA ACRILICA
CONTENEDOR DE AGUA	20 LITROS
POLEA DE IZAJE	CADENA
SERIE	1019

La mesa de gravedad especifica ha sido Fabricado
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con
las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C - 127

Lima, 03 de marzo del 2023

Aprobado:




PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEP. TECNICO Y METROLOGIA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 056 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. Expediente 03496-2022
2. Solicitante CORICY E. INGENIEROS
3. Dirección Jr. Santa Catarina N 285 - salida Arequipa - Juliaca - Puno
4. Equipo HORNO DE SECADO
Marca PERUTEST
Modelo PT-H225
N° de serie 0127
Procedencia Perú
Identificación No indica
Ubicación No indica

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	Digital	Digital

5. Fecha de calibración 2022-10-07

Jefe de Laboratorio

Fecha de Emisión

2022-10-07

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



Revisión 00

RT03-F01

☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 056 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	114.6	0.4
Mínima Temperatura medida	107.1	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.2	0.2
Estabilidad medida	1.2	0.05
Uniformidad medida	7	0.3

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
 T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
 T_{MAX} : Temperatura máxima.
 T_{MIN} : Temperatura mínima.
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



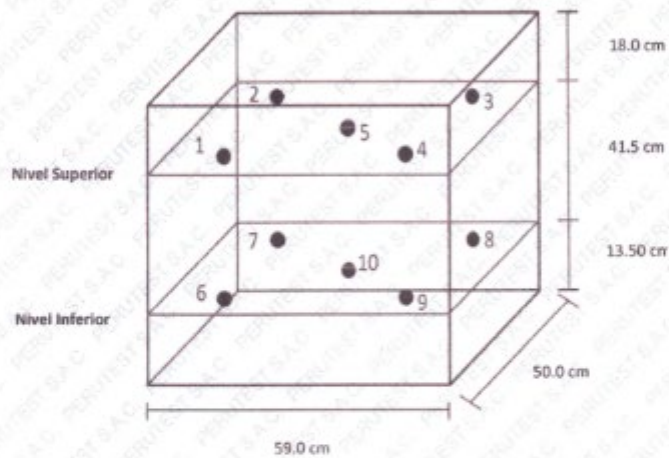
Revisión 00

RT03-F01

☎ 913 028 621 - 913 028 622
 ☎ 913 028 623 - 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1.5 cm por encima de carga

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1.5 cm por debajo de la parrilla inferior

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 4.5 cm de las paredes laterales y a 4.5 cm del frente y fondo del equipo.

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 $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

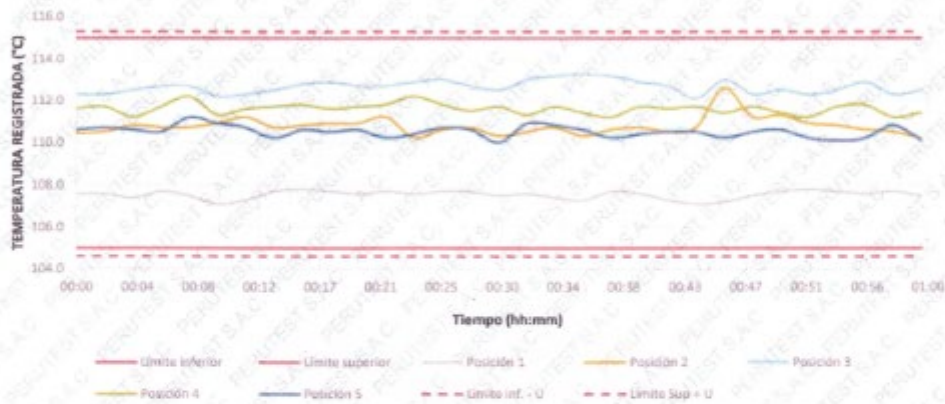
CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 056 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

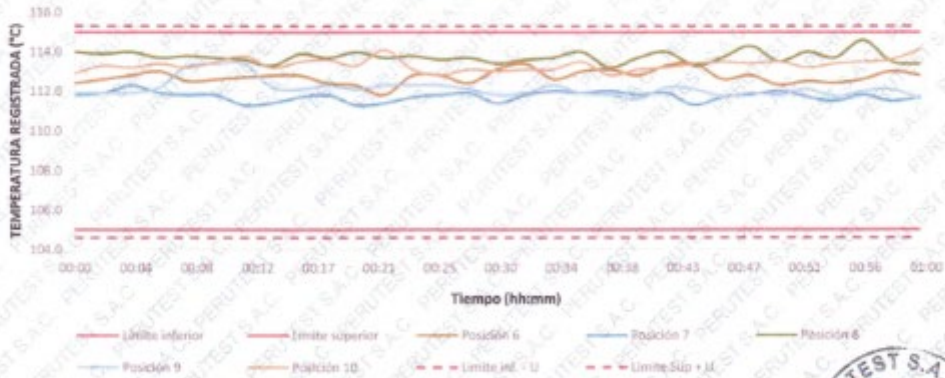
Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



Revisión 00



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LT - 056 - 2022

Página 7 de 7

FOTOGRAFIA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 05: Validez



ANEXO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE DATOS

Título: "Efectos de la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023"

Tesista: Bach. Sulca Chura Roger Ali

Equipos e instrumentos para el análisis de las propiedades físicas del agregado

- Granulometría , pesos unitarios, contenido de humedad, gravedad específica y absorción

Ensayos para un concreto patrón y la dosificación de concreto auto compactante expuestos a la helada.

- Propiedades físicas: temperatura, slump, cono invertido.
- Propiedades mecánicas: resistencia (Compresión, Flexión)

I. DATOS GENERALES

Nombre y apellido del experto: *Rina Luzmeri Yampara Ticona*

Código de colegiatura (CIP): *119084*

Cargo o institución donde labora: *Especialista en concreto y suelos / CICMIC B&P SRL*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable					Mínimamente Aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible											X		
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X	
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación												X	
4. Organización	Existe una organización lógica											X		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis												X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													X
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												X	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											X		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingeniería y Ciencias

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 119084



ANEXO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE DATOS

Título: "Efectos de la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023"

Tesista: Bach. Sullca Chura Roger Ali

Equipos e instrumentos para el análisis de las propiedades físicas del agregado

- Granulometría , pesos unitarios, contenido de humedad, gravedad específica y absorción

Ensayos para un concreto patrón y la dosificación de concreto auto compactante expuestos a la helada.

- Propiedades físicas: temperatura, slump, cono invertido.
- Propiedades mecánicas: resistencia (Compresión, Flexión)

I. DATOS GENERALES

Nombre y apellido del experto: MARY LUZ APAZA APAZA

Código de colegiatura (CIP): 112172

Cargo o institución donde labora: ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable					Mínimamente Aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible												X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													X
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación												X	
4. Organización	Existe una organización lógica												X	
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis												X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94


 Ing. Mary Luz Apaza Apaza
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP: 112172



ANEXO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE DATOS

Título: "Efectos de la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023"

Tesista: Bach. Sulca Chura Roger Ali

Equipos e instrumentos para el análisis de las propiedades físicas del agregado

- Granulometría , pesos unitarios, contenido de humedad, gravedad específica y absorción

Ensayos para un concreto patrón y la dosificación de concreto auto compactante expuestos a la helada.

- Propiedades físicas: temperatura, slump, cono invertido.
- Propiedades mecánicas: resistencia (Compresión, Flexión)

I. DATOS GENERALES

Nombre y apellido del experto: Mercedes Amelia Sulca Chura

Código de colegiatura (CIP): 277911

Cargo o institución donde labora: Supervisión Control De Calidad / A.N.A.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable					Minimamente Aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible												X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X		
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación											X		
4. Organización	Existe una organización lógica										X			
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis											X		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											X		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

.....
.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

89



Mercedes Amelia Sulca Chura

INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 277911

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023

CANTERA:

TESISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA

MUESTRA:

FECHA:

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO

CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso específico
Peso del material suelto

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

Peso Unit. Seco
Peso Unit. Seco Suelto
Peso Especifico de la
Contenido de Humedad
Porcentaje de Absorción
Modulo de Fineza
Tamaño Maximo

DATOS DE DISEÑO

Clima
Slump
Agua/m ³
Contenido de aire
Relacion agua - cemento
Factor de Seguridad
Relacion agua - cemento
Factor de cemento

%Agregado Grueso
%Agregado Fino

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

Cemento
Agua
Aire
Agregado Grueso
Agregado Fino



Mary Luz Apaza Apaza
Ing. Mary Luz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECHNIA
CIP. 112172



Mercedes Amelia Sullca Chura
Mercedes Amelia Sullca Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 277911

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
Rina Luzmeri Yampara Ticona
Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECHNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

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

Cemento
Agregado Grueso
Agregado Fino
Agua Diseño

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION:

Agregado Grueso
Agregado Fino
Abs% Agregado Grueso -
Abs% Agregado fino -
Agua Efectiva

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:

Cemento
Agregado Grueso
Agregado Fino
Agua

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento
Agregado Grueso
Agregado Fino
Agua

6. PESO DE MATERIAL POR SACO:

Cemento
Agregado Grueso
Agregado Fino
Agua

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento
Agregado Grueso
Agregado Fino
Agua

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EB OBRA SERAN:

Cemento
Agregado Grueso
Agregado Fino
Agua

Componente	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporcion				



Ing. Mary Luz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 112172

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmen Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTO
CIP 119084



Mercedes Amelia Sulca Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 277911

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023

CÁNTERA:

TESISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA

MUESTRA:

FECHA:

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM - D - 2216 - MTC - E 108)**

MUESTRA (AGREGADO FINO)	A - 1	A - 2
SUELO HUMEDO + TARRO (gr)		
SUELO SECO + TARRO (gr)		
PESO DEL TARRO (gr)		
PESO DEL AGUA (gr)		
PESO DEL SUELO SECO (gr)		
HUMEDAD %		
PROMEDIO		

MUESTRA (AGREGADO GRUESO)	B - 1	B - 2
SUELO HUMEDO + TARRO (gr)		
SUELO SECO + TARRO (gr)		
PESO DEL TARRO (gr)		
PESO DEL AGUA (gr)		
PESO DEL SUELO SECO (gr)		
HUMEDAD %		
PROMEDIO		



Ing. Mary Luz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 112172

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmen Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 14994



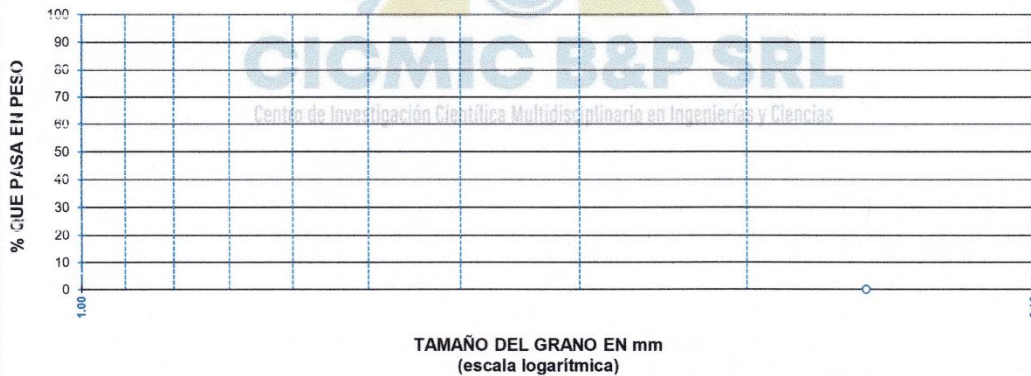
Mercedes Amelia Sullca Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 277911

TESIS: EFECTOS DE LA HÍDRATA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 CANTERA: TESISISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
 MUESTRA: FECHA:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

MALLA	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.500					PESO INICIAL:
No4	4.750					
No8	2.360					
No16	1.180					CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
No30	0.600					MODULO DE FINEZA:
No 50	0.300					PESO ESPECÍFICO:
No100	0.150					PESO UNI. SUELTO:
No200	0.075					PESO UNI. VAPILLADO:
BASE						HUMEDAD NATURAL:
TOTAL						ABSORCION:

CURVA GRANULOMÉTRICA




Mercedes Amalia Sullca Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 277911



Ing. Mary Luz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.I.P. 112172

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias



Ing. Rosa Luzmeri Yampara Ticona
ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119983

TESIS: EFECTOS DE LA HÍDRATA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
 CANTERA: TESISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
 MUESTRA: FECHA:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

MALLA	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.000						PESO INICIAL:
1 1/2"	39.100						
1"	25.000						CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
3/4"	19.000						MODULO DE FINEZA:
1/2"	12.500						PESO ESPECÍFICO:
3/8"	9.500						PESO UNI. SUELO:
1/4"	6.300						PESO UNI. VARILLADO:
No4	4.750						HUMEDAD NATURAL:
BASE							ABSORCION:
TOTAL							





Mercedes Amelia Sullca Chura
INGENIERO CIVIL
Req. CIP Nº 277911



Ing. Mary Luz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 112172

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias



Rina Luzmeri Yampara Ticona
E.C.P. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
CANTERA: TESISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
MUESTRA: FECHA:

PESOS UNITARIOS
(ASTM C - 128)

AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Numero de muestras		1	2	3
A	Peso del material + molde	gr		
B	Peso del molde	gr		
C	Peso del material	gr		
D	Volumen del Molde	cm ³		
E	Peso unitario	gr/cm ³		
F	Promedio	gr/cm ³		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Numero de muestras		1	2	3
A	Peso del material + molde	gr		
B	Peso del molde	gr		
C	Peso del material	gr		
D	Volumen del Molde	cm ³		
E	Peso unitario	gr/cm ³		
F	Promedio	gr/cm ³		

AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Numero de muestras		1	2	3
A	Peso del material + molde	gr		
B	Peso del molde	gr		
C	Peso del material	gr		
D	Volumen del Molde	cm ³		
E	Peso unitario	gr/cm ³		
F	Promedio	gr/cm ³		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Numero de muestras		1	2	3
A	Peso del material + molde	gr		
B	Peso del molde	gr		
C	Peso del material	gr		
D	Volumen del Molde	cm ³		
E	Peso unitario	gr/cm ³		
F	Promedio	gr/cm ³		



Mercedes Amalia Sulca Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 277911



Ing. Mary Luz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 112172

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias



Ing. Luzmeri Yampara Ticona
ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
CANTERA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
MUESTRA: FECHA:

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN
(ASTM C - 128)

AGREGADO GRUESO				
Numero de muestras		1	2	3
A	Peso del material saturado superficialmente seca en el aire	gr		
B	Peso del material saturado superficialmente seca en el agua	gr		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos	cm ³		
D	Peso material seco	gr		
E	Volumen de masa	cm ³		
F	Peso específico bulko (base seca)	gr/cm ³		
G	Peso específico bulko (base saturada)	gr/cm ³		
H	Peso específico aparente (base seca)	gr/cm ³		
I	Absorción	%		
PROMEDIO				

AGREGADO FINO				
Numero de muestras		1	2	3
A	Peso del material saturado superficialmente seca en el aire	gr		
B	Peso del frasco + H ₂ O	gr		
C	Peso del frasco + H ₂ O (a)	gr		
D	Peso material + H ₂ O en el frasco	gr		
E	Volumen de masa + volumen de vacíos	cm ³		
F	Peso material seco	gr		
G	Volumen de masa	cm ³		
H	Peso específico bulko (base seca)	gr/cm ³		
I	Peso específico bulko (base saturada)	gr/cm ³		
J	Peso específico aparente (base seca)	gr/cm ³		
K	Absorción	%		
PROMEDIO				



Mercedes Amalia Sulico Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 277911



Ing. Mary Luz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 112172



CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
Ing. Rita Luzmen Yampara Ticona
ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
CANTERA: TESISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
MUESTRA: FECHA:

TRABAJABILIDAD (SLUMP)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ASENTAMIENTO (P ₁₆)	PROMEDIO	SLUMP (cm)
1	Concreto patron (CP)			
2	Concreto patron (CP)			
3	Concreto patron (CP)			
4	Concreto patron (CP)			
5	Concreto patron (CP)			
6	Concreto patron (CP)			
7	Concreto patron (CP)			
8	Concreto patron (CP)			
9	Concreto patron (CP)			
10	Concreto patron (CP)			
11	Concreto patron (CP)			
12	Concreto patron (CP)			




Mercedes Amelie Sullca Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 277911




Ing. Mary Luz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP: 112172

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias




Ing. Rima Luzmeri Yampara Ticona
ECP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023

CANTERA:

TESISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA

MUESTRA:

FECHA:

ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXION
(ASTM C - 293)

ESPECIMEN: CONCRETO PATRON (CP)

NUMERO DE BRIQUETA		M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
1	Fecha de vaciado y moldeo				
2	Fecha de ensayo				
3	Dias				
4	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)				
5	Luz libre entre apoyos en cm (L)				
6	Carga máxima de aplicación en Kg (P)				
7	Altura de la viga cm (d)				
8	Ancho de la viga cm (b)				
9	Modulo de rotura del concreto en Kg/cm2 (MR)				
10	$MR = \frac{PL}{2bd^2}$				

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias



Mercedes Amelia Sullca Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 277911



Mary Luz Apaza Apaza
INGENIERA EN GEOTECNIA
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 112172

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
Rina Luzme Yampara Ticona
Ing. Rina Luzme Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

TESIS: EFECTOS DE LA HELADA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AUTO COMPACTANTE, PUNO, 2023
CANTERA: TESISTA: BACH. ROGER ALI SULLCA CHURA
MUESTRA: FECHA:

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE
(ASTM D - 422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES	FECHA DE		EDAD (Días)	Area (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (kg/cm2)	%
		(Kg/cm2)	MOLDEO	ROTURA					
1	Concreto patron (CP)								
2	Concreto patron (CP)								
3	Concreto patron (CP)								
4	Concreto patron (CP)								
5	Concreto patron (CP)								
6	Concreto patron (CP)								
7	Concreto patron (CP)								
8	Concreto patron (CP)								
9	Concreto patron (CP)								
10	Concreto patron (CP)								
11	Concreto patron (CP)								
12	Concreto patron (CP)								

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

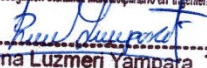


Mercedes Apella Sullca Chura
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 277911



Ing. Mary Edz Apaza Apaza
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
CIP. 112172

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias



Ing. Rina Luzmen Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

Anexo 06: Ficha técnica del aditivo.



PLASTOL 20+®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA ALTO - HIPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO

DESCRIPCIÓN

PLASTOL 20+ es aditivo reductor de agua de alto rango, formulado con polycarboxilatos de última generación que permite incrementar la plasticidad y mantención de mezclas de concreto de baja relación agua/cemento. Incrementa la resistencia a compresión a edades tempranas debido a la alta fuerza de dispersión de las partículas de cemento.

APLICACIONES PRINCIPALES

PLASTOL 20+ está especialmente recomendado cuando se requiere:

- Concreto lanzado (Shotcrete)
- Concreto para la elaboración de elementos prefabricados
- Concreto de baja relación agua/cemento.
- Concreto autocompactados.
- Concreto de alta fluidez.
- Concreto bombeable.
- Concreto de resistencia a edades tempranas.
- Concreto de alto desempeño.

BENEFICIOS

- Rápido desarrollo de resistencia temprana.
- Incrementa la cohesividad del concreto fluido así como también disminuye la segregación.
- Mejora la durabilidad en el concreto debido a que reduce la permeabilidad.
- Proporciona alta fluidez en mezclas secas.
- Facilita la colocación del concreto.
- Reduce riesgos de adición de agua por pérdida de asentamiento.
- No contiene cloruros ni agentes corrosivos.

ESPECIFICACIONES / NORMAS

Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 494 Tipo A y F.



PLASTOL 20+®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA ALTO - HIPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO

INFORMACIÓN TÉCNICA

Apariencia	: Líquido.
Color	: Marrón oscuro.
Densidad	: 1.12 kg/l.

INSTRUCCIONES DE USO

- El PLASTOL 20+ se presenta listo para su uso y debe incorporarse a la mezcla cuando ésta se encuentra húmeda dentro del mezclador, ya sea en planta o en la obra.
- PLASTOL 20+ se puede dosificar en obra o en planta dependiendo de las necesidades y condiciones particulares de cada vaciado.
- Se recomienda verificar la hermeticidad de los encofrados cuando se utilicen concretos de alta fluidez (>8 pulgadas) debido al incremento de presión en el encofrado por el comportamiento fluido del concreto
- Los resultados a obtener varían con los diversos tipos de cemento, la calidad de agregados y las características de diseño de mezcla. Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada de acuerdo al tipo de obra o proyecto a realizar.
- PLASTOL 20+ se puede dosificar en obra o en planta dependiendo de las necesidades y comportamiento del diseño.
- La máxima cantidad de agua a reducir se logra cuando se llegue al mínimo asentamiento permitido.
- PLASTOL 20+ es compatible con otros aditivos, sin embargo cada aditivo debe ser agregado por separado.
- PLASTOL 20+ no contiene cloruro de calcio u otros ingredientes potenciales de corrosión.

DOSIFICACIÓN

PLASTOL 20+ es usado a una dosificación de 0.5% – 2.0% por peso del cemento para concretos convencionales y 0.25% a 1.5% para morteros e inyecciones. Se recomienda hacer ensayos previos en la obra para precisar la dosis requerida las cuales podrían variar de las dosificaciones recomendadas debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados.

Cualquier consulta contacte al Departamento de Química Suiza Industrial.

PRESENTACIÓN

Cilindro 220 kg.
Balde 20 kg.



PLASTOL 20+®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA ALTO - HIPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO

PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- Se debe proteger el PLASTOL 20+ contra el congelamiento.
- La dosificación de PLASTOL 20+ puede variar de acuerdo a la temperatura ambiente y las condiciones propias de cada obra. La dosificación de aditivo puede variar en función al tipo de cemento, condiciones ambientales, agregados y proporciones de los diseños de mezcla.
- PLASTOL 20+ puede reaccionar con el agente incorporador de aire AIRMIX 200 incrementando su eficiencia para incluir aire. Se debe reducir la cantidad de AIRMIX 200 aproximadamente en un 50%
- No permita que el concreto se congele hasta que haya alcanzado una resistencia mínima de 72kg/cm².
- No vierta el aditivo directamente sobre el cemento o agregados secos.
- No utilice aire para su agitación.
- Limpie con agua las herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.
- Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua. Para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

PLASTOL 20+ debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.
Vida útil de almacenamiento: 1 año.

Anexo 07: Mapa y planos




LOCALIZACION NACIONAL

ESCALA 1/10000



LOCALIZACION REGIONAL

ESCALA 1/12500

	UNIVERSIDAD:	UBICACIÓN:		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	CONTENIDO DEL PLANO:		LAMINA:		
	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	DEPARTAMENTO:	PUNO		Efectos de la helada en la resistencia mecánica del concreto auto compactante, Puno, 2023	Plano de ubicación del proyecto		PU-01	
	ALUMNO:	PROVINCIA:	SAN ROMAN			Fecha :26/12/23			Esc: indicada
	SULLCA CHURA ROGER ALI	DISTRITO:	SAN MIGUEL						
	LUGAR:	SEÑOR DE LOS MILAGROS							

Anexo 08: Panel fotográfico



Figura01: Obtención de muestra de los agregados.



Figura02: Obtención de muestra de los agregados.



Figura03: Mezclado.



Figura04: Mezclado.



Figura05: Muestreo de slump.



Figura06: Medición de slump.



Figura07: Prueba del cono invertido.



Figura08: Toma de medición de diámetro.



Figura09: Llenado de briquetas.



Figura10: Llenado de vigas.



Figura11: Llenado de vigas.



Figura12: Desencofrado de vigas.



Figura19: Hidratación de especímenes.



Figura20: .Hidratación de especímenes.



Figura21: .Rotura de especímenes cilíndricas a compresión.



Figura22: .Rotura de especímenes cilíndricas a compresión.



Figura23: Rotura de especímenes viga a flexión.



Figura24:.Rotura de especímenes viga a flexión.