



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis de las propiedades del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleados en pavimentos rígidos, Juliaca 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Paricahua Laura, Paul Thony (orcid.org/0009-0000-8724-9973)

Velarde Vilca, Mauro (orcid.org/0009-0005-8963-7714)

ASESOR:

Ing. Olarte Pinares, Jorge Richard (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Cemento con Diferente Periodo de Almacenamiento Empleado para Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023", cuyos autores son VELARDE VILCA MAURO, PARICAHUA LAURA PAUL THONY, constato que la investigación tiene un Índice de similitud de 20%, 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.

PIURA, 08 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
OLARTE PINARES JORGE RICHARD DNI: 40752422 ORCID: 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 20-12- 2024 14:09:28

Código documento Trilce: TRI - 0854351



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, VELARDE VILCA MAURO, PARICAHUA LAURA PAUL THONY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Cemento con Diferente Periodo de Almacenamiento Empleado para Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MAURO VELARDE VILCA DNI: 73059605 ORCID: 0009-0005-8963-7714	Firmado electrónicamente por: MVELARDE23 el 23-12-2024 23:11:12
PAUL THONY PARICAHUA LAURA DNI: 76607641 ORCID: 0009-0000-8724-9973	Firmado electrónicamente por: PTPARICAHUA el 23-12-2024 23:14:28

Código documento Trilce: TRI - 0972033

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y reverencia, dedicamos este logro, en primer lugar, a Dios, cuya infinita misericordia y constante guía han iluminado nuestro camino, su presencia ha sido una fuente inagotable de fortaleza en los momentos de adversidad y su amor incondicional, un faro de esperanza.

Asimismo, este trabajo lo dedicamos a nuestras queridas familias, cuyas firmes raíces y apoyo inquebrantable han sido los cimientos sobre los que hemos construido nuestros sueños. Su sabiduría, sacrificio y amor nos han proporcionado la inspiración y la motivación necesarias para superar cada obstáculo. A cada miembro de nuestras familias, por su constante aliento y por creer en nosotros, les expresamos nuestra eterna gratitud.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad César Vallejo, cuya invaluable contribución ha sido esencial en nuestra formación académica y profesional. Su compromiso con la excelencia educativa y su dedicación a crear un entorno de aprendizaje enriquecedor han sido determinantes en nuestro desarrollo. Asimismo, extendemos nuestra profunda gratitud a nuestro asesor de tesis Ing. Jorge Richard Olarte Pinares, cuyo inestimable apoyo, orientación y paciencia han sido fundamentales para la finalización de este trabajo. Su experiencia y dedicación nos han guiado a lo largo de este proceso, inspirándonos a alcanzar los más altos estándares de calidad y rigor académico. A todos ustedes, les damos las gracias por su invaluable contribución a este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad del Autores.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	18
III. RESULTADOS.....	35
IV. DISCUSIÓN	51
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos para el tiempo de fraguado del cemento	15
Tabla 2. Asentamiento recomendado para diversos tipos de estructuras	29
Tabla 3. Relación de agua-cemento de acuerdo a la resistencia de diseño	30
Tabla 4. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto	31
Tabla 5. Valores de consistencia normal del cemento	37
Tabla 6. Valores de tiempo de fraguado del cemento	38
Tabla 7. Valores de finura del cemento	40
Tabla 8. Valores de resistencia a la compresión del cemento	42
Tabla 9. Valores de módulo de elasticidad de concreto	43
Tabla 10. Espesores de losa de concreto – AASHTO 93.....	45
Tabla 11. Test de normalidad para la consistencia normal del cemento	46
Tabla 12. Prueba de Pearson para la consistencia normal del cemento	46
Tabla 13. Test de normalidad para el tiempo de fraguado	47
Tabla 14. Prueba de Pearson para el tiempo de fraguado inicial.....	47
Tabla 15. Prueba de Pearson para el tiempo de fraguado final	47
Tabla 16. Test de normalidad para la finura	48
Tabla 17. Prueba de Pearson para la finura del cemento	48
Tabla 18. Test de normalidad para la resistencia a la compresión del cemento ..	49
Tabla 19. Prueba de Pearson para la resistencia a la compresión del cemento ..	49
Tabla 20. Test de normalidad para el módulo de elasticidad del concreto	49
Tabla 21. Prueba de Pearson para el módulo de elasticidad del concreto	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bolsas de cemento almacenado.....	12
Figura 2. Fabricación del cemento.....	13
Figura 3. Aparato de Vicat	15
Figura 4. Resistencia a la compresión del mortero de cemento	16
Figura 5. Losa de concreto en un pavimento rígido	17
Figura 6. Recolección de las bolsas de cemento	23
Figura 7. Preparación de la muestra para el ensayo de consistencia normal del cemento.....	24
Figura 8. Ensayo de consistencia normal del cemento	25
Figura 9. Ensayo de tiempo de fraguado.....	26
Figura 10. Tamizado de la muestra de cemento	27
Figura 11. Secado en horno del tamiz y de la muestra de cemento	27
Figura 12. Curado de los cubos de mortero	28
Figura 13. Rotura de los cubos de mortero de cemento	29
Figura 14. Curado de los cilindros de concreto	32
Figura 15. Rotura de los cilindros de concreto	33
Figura 16. Mapa político del Perú	35
Figura 17. Mapa político de la región de Puno	35
Figura 18. Mapa del distrito de Juliaca	35
Figura 19. Av. Perú en la ciudad de Juliaca	35
Figura 20. Ensayo de consistencia normal del cemento	36
Figura 21. Aparato de Vicat para el ensayo de consistencia normal del cemento	36
Figura 22. Consistencia normal del cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento.....	37
Figura 23. Colocado de la muestra en el aparato de Vicat.....	38
Figura 24. Ensayo de tiempo de fraguado del cemento.....	38
Figura 25. Tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento.....	38
Figura 26. Tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento.....	39
Figura 27. Ensayo de finura del cemento	40
Figura 28. Tamizado del cemento mediante el tamiz #325.....	40

Figura 29. Finura del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento	40
Figura 30. Morteros de cemento previo a la rotura.....	41
Figura 31. Rotura de los morteros de cemento	41
Figura 32. Resistencia a la compresión del cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento.....	42
Figura 33. Elaboración de los cilindros de concreto	43
Figura 34. Rotura de los cilindros de concreto	43
Figura 35. Módulo de elasticidad del concreto elaborado con cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento	44
Figura 36. Espesor de losa de concreto de acuerdo al tiempo de caducidad del cemento.....	45

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de analizar las propiedades del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023. La metodología fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel explicativo, la población estuvo constituida por cementos con tiempo de caducidad de 0, 30, 60 y 90 días, se empleó la técnica de la observación y fichas de observación como instrumento.

Los resultados indicaron que el promedio del módulo de elasticidad del concreto elaborado con cemento vigente fue de 292518.74 kg/cm², mientras que, el cual disminuyó a 280740.55 kg/cm², 276127.32 kg/cm² y 272666.40 kg/cm² para los periodos de caducidad de 0, 30, 60 y 90 días; además, al realizar el diseño de la losa de concreto del pavimento rígido se obtuvieron los siguientes resultados: 23.79 cm, 24.27 cm, 24.48 cm y 24.63 cm para los periodos de caducidad de 0, 30, 60 y 90 días. Concluyendo que a medida que el tiempo de almacenamiento aumenta la consistencia normal disminuye, el tiempo de fraguado inicial y final del cemento se incrementan; mientras que, la resistencia a la compresión del mortero de cemento y el módulo de elasticidad del concreto decrecen.

Palabras clave: Cemento Portland, periodo de almacenamiento, pavimento rígido.

ABSTRACT

The present research was carried out with the objective of analyzing the properties of Portland cement type IP with different storage periods used in rigid pavements, Juliaca 2023. The methodology was applied, quantitative approach, experimental design and explanatory level, the population was constituted for cements with expiration times of 0, 30, 60 and 90 days, the observation technique and observation sheets were used as an instrument.

The results indicated that the average elastic modulus of the concrete made with current cement was 292518.74 kg/cm², while, which decreased to 280740.55 kg/cm², 276127.32 kg/cm² and 272666.40 kg/cm² for the expiration periods of 0, 30, 60 and 90 days; Furthermore, when designing the concrete slab of the rigid pavement, the following results were obtained: 23.79 cm, 24.27 cm, 24.48 cm and 24.63 cm for the expiration periods of 0, 30, 60 and 90 days. Concluding that as the storage time increases, the normal consistency decreases, the initial and final setting time of the cement increases; while, the compressive strength of the cement mortar and the elastic modulus of the concrete decrease.

Keywords: Portland cement, storage period, rigid pavement.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el cemento es un material fundamental para la construcción en la ingeniería civil, este material posee altas propiedades adhesivas cuando se mezcla con agua y áridos, la evolución de la industrialización a comprometido la mayor demanda de cemento tanto a nivel de empresas formales como a nivel de empresas informales. Según Ramge et al. (2013) en su investigación realizada en Alemania indica que el uso de cemento caducado es una limitación en la construcción de pavimentos rígidos, debido a que esta ha sido asociado con una serie de problemas significativos. La pérdida progresiva de la capacidad de hidratación del cemento almacenado por periodos prolongados causa efectos negativos en la resistencia del concreto, comprometiendo su capacidad de carga e incrementando la probabilidad de agrietamientos prematuros. Esta situación no solo afecta la calidad y durabilidad del pavimento, sino que también incide en la consistencia del concreto fresco, dificultando su manejo y colocación adecuados, por ejemplo Meddah et al. (2022) en su investigación realizada en Argelia indica que el cemento expirado en el primer mes pierde un 10% de resistencia, mientras que un 20% en el segundo mes; por lo tanto, la pérdida de resistencia está estrechamente relacionada con el ambiente y periodo de almacenamiento del cemento, por lo que la disminución de resistencia se produce más rápidamente en condiciones de almacenamiento inadecuadas.

A nivel nacional, el uso del cemento ha sido fundamental en su desarrollo infraestructural y económico, la industria cementera peruana ha experimentado un incremento significativo, siendo uno de los principales materiales de construcción en el país, el cemento se utiliza extensamente en diversas infraestructuras y proyectos de gran envergadura, contribuyendo al progreso y desarrollo de diversas regiones. Según Aguilar (2021) en su investigación realizada el Lima indica que; debido a un mal almacenamiento o exposición a la humedad el cemento puede llegar a caducarse, esta limitación puede ocasionar efectos negativos que comprometen la integridad estructural y durabilidad de una construcción, lo que puede resultar en riesgos para la seguridad y costos adicionales para corregir los problemas derivados de su uso inadecuado, por ejemplo, en la ciudad de Chiclayo, de acuerdo a la Contraloría General de la República (2021) se observó que en las

labores de mejora del parque Luján, situado en el pueblo joven del mismo nombre, se utilizó cemento que había excedido su fecha de vigencia, el empleo de este cemento caducado plantea preocupaciones sobre la integridad y durabilidad de las mejoras realizadas, dado que su uso podría comprometer la calidad y durabilidad de la infraestructura construida.

En la región de Puno el cemento más usado es el tipo IP; debido a que, es preferido por su alta resistencia a las condiciones climáticas extremas, como las bajas temperaturas y los cambios térmicos bruscos, además de su durabilidad frente a ataques de sulfatos y baja permeabilidad; además, este cemento fue empleado en la Av. Perú, ubicada en la ciudad de Juliaca, la cual presenta fallas en el pavimento rígido, esto se debería al uso del cemento caducado, dado que el contratista encargado de la obra cemento no almacenó el cemento de forma adecuada y fue afectada por factores como la exposición a la humedad, la mala condición de las bolsas de cemento durante el transporte y un prolongado tiempo de almacenamiento provocaron que el cemento pierda sus propiedades, esto genera una gran limitación para la obras elaboradas en función al concreto. Este problema es crítico, debido a que el empleo de cemento caducado en pavimentos rígidos genera efectos negativos en la calidad y seguridad de la vía.

En la presente investigación se plantean los siguientes problemas, como problema general: ¿De qué manera influye el periodo de almacenamiento sobre las propiedades del cemento Portland tipo IP empleado para pavimentos rígidos, Juliaca 2023?; como problemas específicos se planteó: ¿Cómo influye el periodo de almacenamiento en la consistencia normal del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?, ¿De qué forma influye el periodo de almacenamiento en el tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?, ¿ ¿Cómo influye el periodo de almacenamiento en la finura del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?, ¿Cómo influye el periodo de almacenamiento en la resistencia a la compresión del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023? y ¿Cómo influye el periodo de almacenamiento del cemento Portland tipo IP en el módulo de elasticidad del concreto empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?

La justificación teórica de esta investigación radica en el cierre de brechas del conocimiento relacionado al efecto de utilizar cemento caducado en la elaboración de concreto para fines de la construcción de pavimentos rígidos, con lo que se generará información válida y confiable para la comunidad ingenieril. La justificación práctica de la presente investigación se basa en los resultados que se encontrarán a partir de las diferentes experimentaciones para la evaluación del concreto utilizando cementos con diferente edad de caducidad, estos resultados permitirán conocer las limitaciones del concreto para fines de la construcción de pavimento rígido.

La justificación social de la presente investigación se centra en atender a la demanda ingenieril en relación al uso de cemento caducado para la elaboración de concreto, de esta manera se garanticen la vida útil de las estructuras, todo esto con el fin de beneficiar a la población. La justificación metodológica de la presente investigación se basa en realizar análisis comparativos de cementos con diferentes edades de expiración versus un cemento vigente, esta estrategia se plantea con la finalidad de conocer las limitaciones del comportamiento en estado fresco y endurecido del concreto y como afecta la vida útil de las estructuras.

Esta investigación presenta los siguientes objetivos, como objetivo general: Analizar las propiedades del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023 y como objetivos específicos: Determinar la influencia del periodo de almacenamiento sobre la consistencia normal del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023, determinar la influencia del periodo de almacenamiento sobre el tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023, analizar la finura del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023, analizar la resistencia a la compresión del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado para pavimentos rígidos, Juliaca 2023 y determinar el módulo elástico del concreto elaborado con cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023.

En la presente investigación se plantea las siguiente hipótesis, como hipótesis general se planteó: El uso de cemento Portland tipo IP con periodos de

almacenamiento prolongados reduciría las propiedades del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023 y como hipótesis específicas se planteó: El empleo de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría la consistencia normal del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023; el empleo de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados elevaría el tiempo de fraguado del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023, el uso de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría la finura del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023, el uso de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría la resistencia a la compresión del cemento empleado para pavimentos rígidos, Juliaca 2023 y El uso de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría el módulo de elasticidad del concreto empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023.

Respecto a las referencias internacionales se tiene la investigación de Larico y Suni (2024) en su estudio cuyo objetivo fue evaluar las características del concreto destinado a pavimentos rígidos, considerando el uso de cemento con distintos períodos de expiración: 45, 90, 120 y 180 días. La metodología adoptada se enmarca en un enfoque aplicado, basado en un diseño experimental con un enfoque cuantitativo, la muestra consistió en 0.56 m³ de concreto recién preparado y 45 probetas de concreto. Se utilizaron instrumentos como fichas de laboratorio, incluyendo el slump, tiempo de fraguado, contenido de aire y resistencia a la compresión. Los resultados señalaron un aumento en el contenido de aire, con valores de 5.10%, 5.30%, 5.80% y 6.30%; una disminución en la resistencia al punzonamiento, registrando resultados de 286.500 kg/cm², 236.100 kg/cm², 169.430 kg/cm² y 139.670 kg/cm² respectivamente; además, se observó un incremento en el grosor de la carpeta de rodadura de concreto, con valores de 22.60 cm, 23.90 cm, 26.10 cm y 27.60 cm en comparación con el hormigón elaborado con cemento vigente. La investigación concluye que, en el contexto de la construcción, es imperativo considerar el uso de materiales bajo estas condiciones, dado que la falta de conocimiento sobre estos parámetros puede afectar negativamente la durabilidad de las estructuras.

Alvarado y Cortez (2019) tuvieron como objetivo analizar la incidencia del tiempo de almacenamiento de distintos cementos sobre propiedades como la fluidez, fraguado y compresión. La metodología empleada fue de diseño experimental y de un enfoque cuantitativo. La muestra estuvo constituida por cemento con almacenamiento de 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 días, los instrumentos de medición fueron fichas del ensayo de resistencia a al punzonamiento, fluidez y fraguado. Los resultados indican que, durante el proceso de fraguado, tanto el tiempo inicial como el final de fraguado tienden a extenderse; por ejemplo, el tiempo inicial de fraguado de las muestras estándar para el cemento tipo ICo, MS e I fue de 93 minutos, 86 minutos y 76 minutos, respectivamente; no obstante, tras 45 días de almacenamiento, estos tiempos se alargaron a 135 minutos, 130 minutos y 99 minutos, de forma respectiva; de manera similar, los tiempos finales de fraguado de los especímenes estándar fueron 330 minutos, 375 minutos y 360 minutos para los cementos de clase ICo, MS e I, consecutivamente, y después de 45 días de almacenado, estos tiempos aumentaron a 420 minutos, 480 minutos y 435 minutos, respectivamente. En relación con los test de compresión, se observa una disminución en la resistencia cada que se incrementa el periodo de almacenado del cemento; por ejemplo, las resistencias de los especímenes estándar para los cementos de clase I, MS e ICo fueron de 238.00 kg/cm², 229.00 kg/cm² y 212.00 kg/cm², consecutivamente; sin embargo, después de 45 días de almacenamiento, estas resistencias se redujeron a 105.00 kg/cm², 114.00 kg/cm² y 99.00 kg/cm², de manera respectiva. El estudio concluye que el período de almacenamiento de los cementos incide adversamente en las cualidades del mortero evaluadas, se observa una disminución en la resistencia al punzonamiento, una tendencia de subida, tanto en el tiempo de fraguado inicial como final del mortero, así como un aumento en su fluidez, que eventualmente puede provocar segregación y, en consecuencia, una disminución en la fluidez general del material.

Coronel (2019) en su tesis que tuvo como objetivo evaluar las cualidades físico-mecánicas del cemento expirado y su aplicación en obras civiles, la metodología fue de nivel explicativo y de un enfoque cuantitativo. La muestra escogida estuvo integrada por cementos con edad de expiración de 3, 6 y 12 meses, los instrumentos empleados fueron fichas para la medición de los ensayos de fraguado, finura, consistencia normal y resistencia al punzonamiento del cemento. Los

resultados de resistencia a la compresión a los 7 días para los cementos con edad de expiración de 3, 6 y 12 a los 7 días de edad, fueron de 120.00 kg/cm², 117.00 kg/cm² y 116.00 kg/cm² consecutivamente; asimismo, los menores valores de resistencia a la compresión (28 días) fueron de 174.00 kg/cm², 172.00 kg/cm² y 171.00 kg/cm² respectivamente, para las mismas muestras. La investigación concluye que una muestra elaborada con un cemento envejecido durante un período de tiempo menor presenta una resistencia al punzonamiento más alta en comparación con una muestra elaborada con un cemento envejecido durante un período de tiempo más prolongado, debido a la disminución de la velocidad de hidratación.

Mientras que como antecedentes internacionales Gailitis et al. (2021), esta investigación tuvo la finalidad de establecer las propiedades de fluencia y contracción de muestras de mortero de cemento hechas de cemento Portland expirado desintegrado, expirado no desintegrado y nuevo no desintegrado. La metodología fue de enfoque cuantitativo con un diseño experimental. La muestra estuvo integrada por cemento expirado, mientras que los instrumentos empleados fueron fichas de laboratorio para la medición de la resistencia al punzonamiento del cemento. Los datos de resistencia al punzonamiento indicaron que el cemento expirado no triturado contó con una resistencia de 19.07 MPa, el cemento expirado triturado contó con una resistencia de 37.42 MPa, además las deformaciones de fluencia para morteros de cementos expirados desintegrados y viejos no desintegrados son cercanas, dentro de un margen del 2% entre sí. Sin embargo, las deformaciones de fluencia para morteros de cemento nuevos no desintegrados son un 30% menores. La contracción del mortero de cemento expirado desintegrado y no desintegrado es un 20% menor que la del mortero de cemento nuevo no desintegrado. La investigación concluye que la desintegración es un procedimiento viable para hacer que el cemento expirado sea adecuado para aplicaciones estructurales teniendo en cuenta una proyección a largo plazo; sin embargo, el cemento expirado posee con propiedades físicas menores en comparación al cemento nuevo.

La investigación de Matalkah y Soroushian (2019) tuvo la finalidad de evaluar los efectos del periodo de almacenaje en aire y en condiciones selladas sobre las

propiedades y el desempeño del cemento Portland. La metodología fue de diseño experimental y de enfoque cuantitativo. La muestra estuvo integrada por cemento con periodos de almacenamiento de hasta 28 días, los instrumentos empleados fueron fichas de recolección de datos de resistencia y microestructura de los productos de hidratación resultantes. Los resultados indicaron que el tiempo inicial de fraguado del cemento nuevo fue de 53 min, y este valor fue variando a 55 min (7 días), 48 min (14 días) y 44 min (28 días) cuando el cemento se encontraba sellado: no obstante, cuando el cemento se hallaba expuesto el tiempo inicial de fraguado decrecía a 43 min (7 días), 30 min (14 días) y 26 min (28 días). Llegando a concluir que la resistencia a largo plazo de los cementos estuvo menos influenciada que sus características de desarrollo de resistencia a corto plazo con la duración del almacenamiento en condiciones selladas o expuestas.

Como artículos científicos, el artículo científico de Ibrahim, Sharba y Hussain (2021) tuvo como objetivo investigar la incidencia del tiempo de almacenaje sobre las propiedades físicas del cemento Portland ordinario realizando la comparación entre un clima cálido y un clima templado durante diferentes periodos de tiempo (uno, dos, tres, seis meses y un año). La metodología fue de diseño experimental, nivel explicativo y de enfoque cuantitativo. La muestra empleada para el estudio fueron cementos almacenados por un periodo de 1, 2, 3, 6 y 12 meses, los instrumentos empleados fueron fichas de laboratorio para los ensayos de consistencia estándar, fraguado inicial y final, así como resistencia a la compresión a los 3 días, 7 días y 28 días. Los resultados muestran que la consistencia normal del cemento se incrementa de 26% a 27.0%, 28.0%, 29.0%, 32.0% y 34% para periodos de almacenamiento de 1, 2, 3, 6 y 12 meses; además se determinó que la resistencia al punzonamiento (28 días) disminuyó de 46.6 N/mm² a 43.9 N/mm², 41.5 N/mm², 38.8 N/mm², 31.3 N/mm² y 26.1 N/mm² para periodos de almacenamiento de 1, 2, 3, 6 y 12 meses. El estudio concluye que el aumento del período de almacenamiento en circunstancias de clima normal y cálido no afecta el cumplimiento del cemento Portland con los requisitos de las especificaciones británicas, iraquíes y libias, específicamente los tiempos de fraguado inicial y final; pero no cumple con los requisitos de estas especificaciones en el test de resistencia al punzonamiento después de más de tres meses de antigüedad.

El artículo científico de Bilal et al. (2022) tuvo como objetivo analizar las cualidades de distintas clases de cemento fabricados en Pakistán con más de tres meses de almacenamiento. La metodología de este estudio fue de diseño experimental y de enfoque de naturaleza cuantitativa. La muestra estuvo integrada por 5 marcas de cemento con más de 3 meses de caducidad; los instrumentos empleados fueron fichas de los ensayos de tiempo de fraguado, resistencia a la compresión y consistencia del cemento. Los resultados indicaron que la resistencia al punzonamiento del cemento a los 3 meses de caducado decrece en un 21%, a los 6 meses un 33%, a los 12 meses un 42% y los 24 meses un 51% en relación al cemento vigente. La investigación concluye que ninguna de las marcas satisface una sola propiedad física (tiempo de fraguado, consistencia normal y resistencia a la compresión del cemento), por lo que se afirma que el cemento de tres meses en adelante ha caducado y no es apto para su uso.

Mota et al. (2020) tuvieron como objetivo evaluar la incidencia del calor y el tiempo de almacenamiento del cemento en las cualidades físicas del cemento Portland, la metodología fue de diseño experimental con un enfoque cuantitativo. La muestra estuvo compuesta por 15 bolsas de cemento con distinto periodo de almacenamiento. Los instrumentos fueron fichas de recolección de datos del ensayo de tiempo de fraguado y fichas para la medición de temperaturas y periodos de tiempo. Los resultados muestran que la consistencia normal del cemento se incrementa a medida que pasa el tiempo, debido a que se observó que a una temperatura de 110°C la consistencia normal del cemento fue de 25.0%, 25.6% y 26.6% para periodos de tiempo de 30, 60 y 90 minutos. La investigación concluye que la consistencia normal del cemento Portland se incrementa a con el incremento del tiempo de almacenaje de los cementos, bajo condiciones de temperatura de 110°C, estos hallazgos sugieren una correlación directa entre el tiempo de almacenamiento y las propiedades físicas del cemento, lo que tiene implicaciones importantes para su uso en aplicaciones industriales y de construcción.

Además artículos científicos en otros idiomas, la investigación de Rocha, Gonçalves y Maia (2022) tuvo como objetivo analizar la trabajabilidad del cemento y la resistencia al punzonamiento del cemento Portland con fecha de caducidad superior a 90 días. La metodología utilizada fue de diseño experimental y de tipo

aplicada, la muestra estuvo conformada por cementos con diferentes fechas de fabricación: noviembre de 2018, julio de 2019 y agosto de 2020. Los instrumentos fueron fichas de observación para los ensayos de resistencia al punzonamiento y trabajabilidad. Los resultados mostraron una capacidad de carga de 25 MPa (28 días) para el cemento caducado en agosto del 2020, 24 MPa para el cemento expirado en julio de 2019 y 14 MPa para el cemento expirado en noviembre del 2018; las pruebas de asentamiento mostraron valores divergentes con respecto a los cementos vencidos, lo que llevó a hallazgos no concluyentes, porque incluso con el cambio a/c, el asentamiento logrado para el concreto base cemento 2019 fue menor que el recomendado para el concreto común. La investigación concluye que el empleo de cementos con edad de expiración superior a los 90 días influye de manera negativa en la capacidad de carga del cemento y trabajabilidad del cemento, debido a que el cemento caducado en julio de 2019 perdió una resistencia del 4% y el cemento caducado en noviembre del 2018 perdió una resistencia del 44% respectivamente, en relación al cemento caducado en agosto del 2020.

El artículo científico de Getachew, Adugna y Assefa (2019) tuvo como objetivo analizar las propiedades del cemento Portland con un almacenamiento normal de 1, 2 y 3 meses. La metodología fue de diseño experimental, nivel explicativo y de enfoque cuantitativo. La muestra fueron cementos almacenados durante 1, 2 y 3 meses. Los instrumentos fueron fichas de observación de los ensayos de capacidad de carga, finura y tiempo de fraguado. Los resultados indican que la finura del cemento que se verificó mediante análisis de tamiz y el porcentaje de residuo fue del 18%, que es superior al 10% recomendado por la norma ISO; incrementa el tiempo de fraguado del cemento. Los resultados del asentamiento fueron colapso y decrecimiento de la capacidad de carga en un 22% después de 3 meses de almacenamiento del cemento. La investigación concluye que el cemento pierde su finura producto de la humedad durante el periodo de almacenaje, lo que conduce a la formación de grumos que afectan la resistencia del concreto, estos hallazgos sugieren que el uso de cemento almacenado puede impactar negativamente en la trabajabilidad y la resistencia del hormigón, lo que subraya la importancia de mantener condiciones adecuadas de almacenamiento para preservar la calidad del cemento.

Meddah et al. (2022) tuvo como objetivo utilizar cemento caducado como aditivos minerales para la fabricación de cemento nuevo. Las diferentes formulaciones de cementos son el resultado de la sustracción del cemento caducado hasta un 35% en peso con el cemento caducado. La metodología fue de diseño experimental, nivel explicativo y de enfoque cuantitativo. La muestra fue obtenida de pilas de cemento caducado e hidratado, los instrumentos fueron fichas de observación para medir indicadores como consistencia, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión. Estos cementos modificados han superado los mismos ensayos que una caracterización de un CC. Los resultados obtenidos muestran que el cemento caducado (CC) cambia las características de los materiales cementosos (anhidros, pastas y morteros). El nuevo cemento producido remplazando 35% en peso por cemento caducado cumplió los requisitos en cuanto a características químicas, pues se observó que contenía 62.4% de CaO, 20.5% de SiO₂, 5.41% de Al₂O₃, 3.11% de Fe₂O₃, 2.3% de SO₃, 3.22% de MgO y un LOI de 1.85%. La investigación concluye que el cemento caducado desempeña el papel de agente diluyente en el cemento nuevo. Desde el punto de vista medioambiental, puede ser más eficiente utilizar cemento caducado como material aditivo ecológico.

Con la finalidad de comprender mejor el tema de investigación se tomaron en consideración las bases teóricas de las variables, dimensiones e indicadores de este estudio.

De acuerdo a Holcim (2022) el periodo de almacenamiento del cemento, precisamente el tiempo de caducidad, es crucial en labores de construcción. Debido a que puede afectar significativamente la calidad y el rendimiento del cemento. Con el paso del tiempo, el cemento tiende a perder su finura debido a la absorción de humedad, lo que provoca la formación de grumos. Estos grumos, inicialmente, pueden ser susceptibles de romperse y volverse más finos, pero a mayor periodo de tiempo de caducidad, tienden a volverse más rígidos y difíciles de desintegrar. Este fenómeno puede resultar en una reducción de la resistencia del hormigón cuando se utiliza cemento almacenado durante períodos prolongados

De acuerdo a Waghmare et al. (2021) las propiedades del cemento son esenciales para comprender el comportamiento y la idoneidad del cemento para diversas aplicaciones en la Ingeniería Civil. Las propiedades físicas del cemento, como la

finura, la densidad y la porosidad, influyen en su manipulación y durabilidad, por otro lado, las propiedades mecánicas como la capacidad de carga, determinan la capacidad del cemento para soportar cargas y mantener la integridad estructural del concreto.

Según Holcim (2022) el periodo de almacenamiento del cemento representa el lapso en el cual el material conserva sus cualidades de fraguado y resistencia si se guarda en condiciones óptimas antes de su empleo. Este lapso varía según el tipo de cemento, con el cemento Portland manteniendo sus propiedades por meses o años en un entorno seco y fresco. Sin embargo, la exposición a la humedad o cambios de temperatura puede provocar aglomeración o solidificación, afectando su capacidad de mezcla y fraguado. Es crucial adherirse a las indicaciones del fabricante y emplear el cemento dentro de su periodo recomendado para asegurar su eficacia y calidad en proyectos constructivos.

De acuerdo a Ibrahim y Abbas (2023) el cemento no utilizado o mal conservado caducará si no se utiliza dentro del plazo de almacenamiento recomendado y puede considerarse material de desecho. El cemento caducado es el cemento que se ha utilizado después de su fecha de caducidad, que puede ser de 3 a más meses. Es posible que el cemento se hidrate parcialmente cuando se almacena debido a la penetración de humedad. Esto significa que cuando el cemento finalmente se mezcle y utilice, tendrá menos capacidad de hidratación. Según Kumar y Umesh (2018) el tiempo de caducidad del cemento es el período durante el cual el cemento conserva sus propiedades óptimas para su uso en la construcción. Es el lapso de tiempo especificado por el fabricante, desde la fecha de producción hasta el límite en el que el cemento puede mantener su calidad y rendimiento adecuados. Pasado este tiempo, el cemento puede perder algunas de sus características clave, como la capacidad de fraguar y endurecer adecuadamente, lo que puede afectar negativamente su desempeño en aplicaciones de construcción. Es esencial respetar el tiempo de caducidad del cemento para asegurar su eficacia y calidad en la obra.



Figura 1. Bolsas de cemento almacenado

Fuente: Kumar y Umesh (2018, p. 6)

De acuerdo a Devi et al. (2017) el cemento es un material fundamental en labores de construcción, ampliamente utilizado para unir y adherir otros materiales de construcción, como piedra, ladrillo, arena y agregados, formando estructuras sólidas y duraderas, es una sustancia inorgánica, principalmente compuesta por componentes como el clinker, yeso y otros aditivos, que se muele hasta conseguir un material fino. Cuando se mezcla con agua, el cemento forma una pasta maleable que, al fraguar y endurecer, proporciona cohesión y resistencia a la estructura final. Según Natalli et al. (2021) el cemento Portland es un tipo específico de cemento hidráulico utilizado en la construcción, conocido por su capacidad para fraguar y endurecer cuando se mezcla con agua. Se produce mediante la molienda de clinker de cemento, compuesto principalmente por calcio, silicato, aluminato y ferrita, junto con una pequeña cantidad de yeso adicionado durante el proceso de fabricación para regular el tiempo de fraguado. El cemento Portland es sumamente usado en una diversidad de aplicaciones, incluyendo la construcción de estructuras de concreto, mortero y estuco, debido a su resistencia y durabilidad.

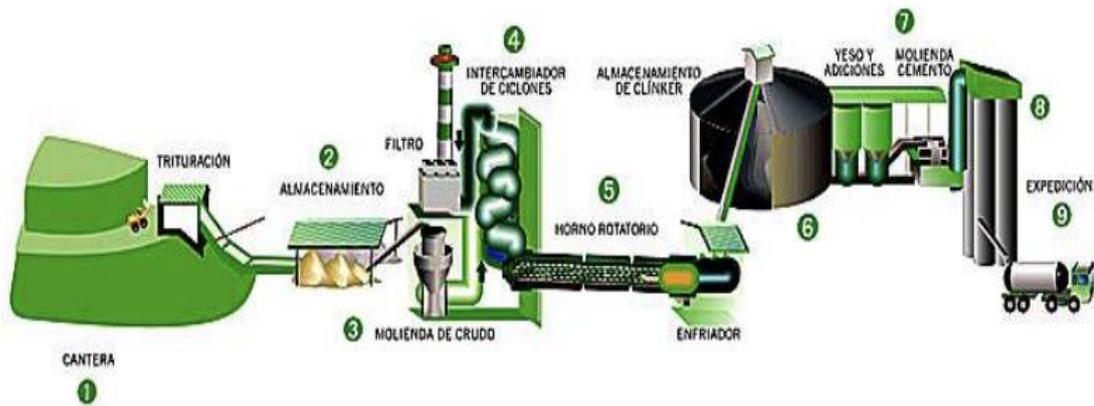


Figura 2. Fabricación del cemento

Fuente: Giordani y Leone (2010)

De acuerdo a Waghmare et al. (2021) las propiedades del cemento engloban las cualidades físicas, químicas y mecánicas que establecen su funcionamiento en aplicaciones constructivas. Dichas propiedades incluyen la resistencia a la compresión, que analiza su suficiencia para resistir cargas opuestas; el tiempo de fraguado, que señala el periodo de transición de líquido a sólido; la finura, que refleja la distribución de tamaño de partículas; la adherencia, que determina su capacidad para unirse a otras superficies; la durabilidad, que examina su resistencia a condiciones adversas; y otras como retracción, expansión, color y trabajabilidad. La comprensión de estas propiedades es esencial para garantizar la calidad y rendimiento del cemento en la construcción de estructuras sólidas y duraderas.

Según Acevedo y Martínez (2017) las propiedades físicas del cemento hacen referencia a las cualidades observables y mensurables del material cementante utilizado en la construcción. Estas propiedades físicas son esenciales para determinar la aptitud y el rendimiento del cemento en diversas aplicaciones de la construcción.

De acuerdo a Umniati et al. (2017) la consistencia normal del cemento es el porcentaje de agua que se necesita para lograr una pasta de cemento específica que se considera estándar en términos de su maleabilidad y trabajabilidad. Esta medida es crítica en la construcción, ya que influye directamente en la sencillez de la manipulación, colocado y rendimiento del concreto y el mortero durante el proceso constructivo. Se determina mediante pruebas rigurosas, como la prueba

de la aguja de Vicat y varía de acuerdo a la clase de cemento empleado y las condiciones ambientales en las que se trabaja. Según Syarif et al. (2021) la consistencia normal es una propiedad fundamental que garantiza que el cemento se mezcle de manera eficaz y cumpla con los estándares de calidad requeridos en la industria de la construcción, la importancia de la prueba de consistencia radica en que cuando el agua se mezcla con el cemento se inicia su proceso de hidratación. La adición excesiva de agua al cemento conduce a un aumento en la relación agua-cemento, y el aumento de agua reduce la resistencia de la pasta de cemento una vez que se endurece. Si se añade menos agua de la necesaria, el compuesto de pasta de cemento no se hidrata adecuadamente y el contenido insuficiente de agua conduce a una pérdida de resistencia, especialmente de la capacidad de carga.

Según Obi (2020) el tiempo de fraguado del cemento es el periodo que se requiere para que la pasta de cemento se endurezca hasta alcanzar una consistencia definida. Indirectamente, está relacionado con la reacción química inicial del cemento con agua para formar un compuesto de silicato de aluminio. El tiempo de fraguado inicial es el momento en que la pasta de cemento comienza a perder su plasticidad. El tiempo de fraguado inicial también se puede definir como el momento en que la pasta de cemento comienza a endurecerse, mientras que el tiempo de fraguado final es el momento en que la pasta de cemento se ha endurecido lo suficiente de tal manera que una aguja de un milímetro deja una impresión en la pasta en el molde, pero una aguja de cinco milímetros no puede causar ninguna impresión. De acuerdo a Romano et al. (2018) el método Vicat consiste en la penetración de una aguja estándar en una pasta de cemento, el cual se ejecuta siguiendo los lineamientos de la ASTM C191, el tiempo inicial de fraguado ocurre cuando la aguja se detiene a 1 mm del fondo y el fraguado final cuando la aguja se detiene a 38 mm (2 mm de la superficie). Algunos investigadores afirman que este método tiene algunas desventajas y que su precisión de ejecución depende de la experiencia del técnico responsable de las pruebas. Sin embargo, el uso del test Vicat es muy sencillo y tiene como ventajas el bajo coste y la facilidad de uso para un control de especificación estándar.

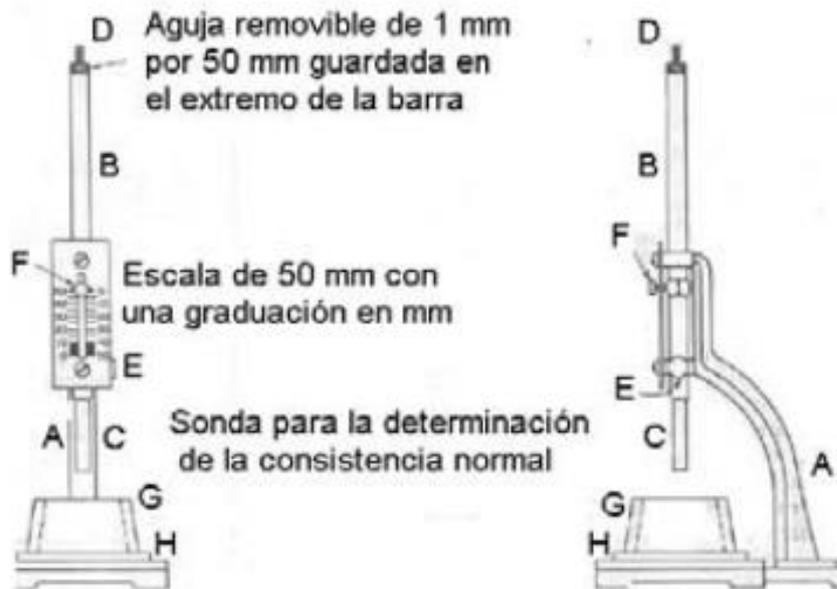


Figura 3. Aparato de Vicat

Fuente: Buzón y Hernández (2013, p. 21)

Tabla 1. Requisitos para el tiempo de fraguado del cemento

Requisitos	Tipos de cemento				
	I	II	III	IV	V
Valores de tiempo de fraguado mínimo (minutos)	45	45	45	45	45
Valores de tiempo de fraguado máximo (minutos)	375	375	375	375	375

Nota. Adaptado de NTP 334.009 (2020)

Para Ehikhuenmen et al. (2019) la propiedad del cemento que regula el nivel de molienda del Clinker de cemento con yeso en una fresadora se denomina finura, el cambio en la finura del cemento tiene un impacto directo en algunas propiedades clave del cemento y el hormigón, que van desde el tiempo de fraguado, la consistencia y la capacidad de carga del cemento, mientras que estas propiedades del cemento inciden en la trabajabilidad, la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del concreto.

Para Giordani y Leone (2010) las propiedades mecánicas hacen referencia a la capacidad para resistir fuerzas externas y deformaciones, estas propiedades incluyen su capacidad de carga, medida mediante ensayos de compresión para evaluar su capacidad para resistir la compresión sin romperse, su capacidad para resistir la penetración de materiales más duros, y la tenacidad, que determina su

habilidad para absorber energía antes de romperse, también son propiedades importantes en la evaluación de su calidad y adecuación para aplicaciones constructivas.

De acuerdo a Syarif et al. (2021) la resistencia a la compresión del mortero de cemento es la capacidad intrínseca del material para resistir la carga que tiende a comprimirlo, siendo fundamental en la evaluación de su idoneidad estructural. Esta propiedad es determinante en la ingeniería civil y la construcción, ya que establece la capacidad de un mortero para resistir fuerzas verticales sin sufrir deformaciones o fracturas. Se cuantifica mediante pruebas de laboratorio donde se aplica una fuerza gradual a muestras de mortero hasta que se produce su ruptura, y se expresa combinada en megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi).



Figura 4. Resistencia a la compresión del mortero de cemento

Fuente: Ferrer y Llontop (2020, p. 102)

De acuerdo a Kumar y Prakash (2020) es una estructura de concreto diseñada para soportar la carga vehicular y ofrecer una superficie resistente y duradera en carreteras, calles o áreas de tráfico similares; por lo general, consiste en una placa de concreto de cierto grosor colocada sobre una base compactada de material granular, esta placa distribuye las cargas del tráfico de manera uniforme sobre el suelo subyacente y proporciona una superficie lisa y estable para la circulación de vehículos.



Figura 5. Losa de concreto en un pavimento rígido

Fuente: Kumar y Prakash (2020, p. 193)

De acuerdo a Vu et al. (2020) la resistencia a la compresión del concreto es su capacidad para resistir esfuerzos compresivos, es decir, la capacidad de soportar cargas que tienden a aplastar o comprimir el material. Se determina midiendo la carga máxima que puede soportar un cilindro o cubo de concreto antes de fallar bajo compresión. Esta característica es esencial para evaluar la idoneidad del concreto en aplicaciones estructurales, como cimientos, columnas, vigas y losas, donde se necesita una resistencia adecuada para resistir cargas verticales.

De acuerdo al MTC (2014) el módulo de elasticidad del concreto es un indicador crítico en el diseño de estructuras de hormigón, se determina mediante correlaciones establecidas a partir de la resistencia a la compresión o a la flexotracción, estas relaciones son fundamentales para garantizar la precisión en el dimensionamiento de las estructuras, ya que permiten estimar el comportamiento elástico del concreto bajo diferentes cargas y condiciones de carga.

II. METODOLOGÍA

Tipo de investigación: De acuerdo a Lozada (2016) la investigación aplicada está enfocado en la solución de problemas prácticos y concretos, utilizando los conocimientos teóricos y conceptuales existentes para generar soluciones aplicables en situaciones reales. Este tipo de investigación busca el empleo directo de los datos conseguidos en el ámbito práctico, ofreciendo respuestas a necesidades específicas y contribuyendo al desarrollo de soluciones prácticas, innovadoras o mejoras tangibles en campos como la tecnología, la industria o la sociedad en general. La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que se centra en la resolución de problemas centrado en las cualidades físico-mecánicas del cemento IP afectadas con por el periodo de almacenamiento, empleando conocimientos teóricos y conceptuales existentes.

Enfoque de investigación: Según Hernández et al. (2014) el enfoque cuantitativo en la investigación se singulariza por la recaudación y el análisis de valores cuantificables y estadísticos para entender fenómenos, establecer relaciones, patrones o regularidades en un estudio. Este método se basa en la objetividad, la medición precisa y el análisis estadístico riguroso de los datos recopilados, utilizando técnicas cuantitativas como encuestas, pruebas, mediciones y análisis numéricos para obtener resultados verificables y generalizables. Este enfoque busca la objetividad y la precisión en la recolección y el análisis de datos para llegar a conclusiones y generar conocimiento. La presente investigación es de enfoque cuantitativo, puesto que se centra en el análisis de datos numéricos y estadísticos, con el fin de comprender la influencia del periodo de caducidad sobre las propiedades físico mecánicas del cemento Portland tipo IP.

Diseño de investigación: Sánchez, Reyes y Mejía (2018) explican que los estudios que siguen un diseño cuasiexperimental involucran la modificación de una variable con el propósito de examinar su impacto en otra variable dentro de un entorno controlado. Estos estudios deben satisfacer tres condiciones fundamentales: la alteración intencional de variables, la evaluación de cómo una variable afecta a otra y el establecimiento de control sobre el escenario experimental. El diseño de investigación de este estudio será cuasiexperimental,

debido a que se manipulará la variable independiente “periodo de almacenamiento” y se medirán los efectos sobre la variable dependiente (propiedades del cemento).

Para Arias y Covinos (2021) el nivel de investigación explicativa se centra en la comprensión profunda de las relaciones causales entre variables y es más compleja que solo la descripción o establecimiento de asociaciones entre fenómenos. Su objetivo principal radica en identificar y explicar las razones y motivos subyacentes a los resultados observados, mediante el análisis de las conexiones causales y las interrelaciones entre las variables estudiadas, con el fin de comprender cómo y por qué ciertos fenómenos se relacionan de determinada manera. El nivel de investigación de este estudio es explicativo, debido a que se pretende explicar la relación de causa-efecto entre las variables propiedades del cemento y periodo de almacenamiento.

Variabes: Según Oyola (2021) una variable se define como una característica, cualidad o propiedad que puede ser observada y que puede tener diferentes valores. Esta característica es susceptible de ser cuantificada o medida, lo que permite su análisis y estudio dentro del contexto de la investigación

Variable independiente: Periodo de almacenamiento

Definición conceptual: El periodo de almacenamiento del cemento representa el lapso en el cual el material conserva sus cualidades de fraguado y resistencia si se guarda en condiciones óptimas antes de su empleo. Este lapso varía según el tipo de cemento, con el cemento Portland manteniendo sus propiedades por meses o años en un entorno seco y fresco. Sin embargo, la exposición a la humedad o cambios de temperatura puede provocar aglomeración o solidificación, afectando su capacidad de mezcla y fraguado. Es crucial adherirse a las indicaciones del fabricante y emplear el cemento dentro de su periodo recomendado para asegurar su eficacia y calidad en proyectos constructivos (Holcim, 2022).

Definición operacional: La variable periodo de almacenamiento será medido mediante su dimensión tiempo de caducidad, en la que para la investigación se empleará cemento caducado de 30, 60 y 90 días con el fin de medir sus propiedades.

Variable dependiente: Propiedades del cemento

Definición conceptual: Las propiedades del cemento engloban las características físicas, químicas y mecánicas que definen su comportamiento en aplicaciones constructivas. Dichas propiedades incluyen la resistencia a la compresión, que evalúa su capacidad para soportar cargas opuestas; el tiempo de fraguado, que señala el periodo de transición de líquido a sólido; la finura, que refleja la distribución de tamaño de partículas; la adherencia, que determina su capacidad para unirse a otras superficies; la durabilidad, que examina su resistencia a condiciones adversas; y otras como retracción, expansión, color y trabajabilidad. La comprensión de estas propiedades es esencial para garantizar la calidad y rendimiento del cemento en la construcción de estructuras sólidas y duraderas (Waghmare et al., 2021).

Definición operacional: La variable propiedades del cemento con diferente tiempo de caducidad serán medidas mediante sus dimensiones propiedades físicas y mecánicas; para lo cual se realizarán los ensayos de tiempo de fraguado, consistencia normal, finura y resistencia a la compresión del cemento.

Variable dependiente: Espesor de losa de concreto

Definición conceptual: De acuerdo a Vu et al. (2020) la resistencia a la compresión del concreto es su capacidad para resistir fuerzas de compresión, es decir, la capacidad de soportar cargas que tienden a aplastar o comprimir el material. Se determina midiendo la carga máxima que puede soportar un cilindro o cubo de concreto antes de fallar bajo compresión. Esta característica es esencial para evaluar la idoneidad del concreto en aplicaciones estructurales, como cimientos, columnas, vigas y losas, donde se necesita una resistencia adecuada para resistir cargas verticales.

Definición operacional: La variable espesor de la losa de concreto es medida mediante su dimensión de resistencia a la compresión del concreto, para lo cual se empleará ecuaciones de correlación para obtener el módulo de elasticidad del concreto.

De acuerdo a Bauce et al. (2018) la operacionalización de variables se refiere al proceso de traducir conceptos abstractos o variables teóricas en medidas o indicadores concretos y observables, permitiendo su medición o cuantificación

dentro de un estudio o investigación. Esto implica establecer procedimientos específicos para definir y registrar las variables de interés, facilitando su análisis y estudio en un contexto empírico.

Población y muestra: De acuerdo a Mousalli (2015) la población es una cantidad ya sea limitada o ilimitada que participan en los procedimientos de análisis o cálculos, basándose en los métodos planteados, pudiendo ser estos seres, objetos, individuos, elementos que comparten ciertas características, los cuales pueden ser observados. La población estará constituida por los cementos con diferente tiempo de almacenamiento encontrados en la ciudad de Juliaca. De acuerdo a Arias et al. (2016) la muestra se conceptualiza como la proporción o porción diminuta de una cosa, pero que representa considerablemente a la población total, la cual se extrae o toma de esta, con el uso de diversas metodologías, con la finalidad de someterla a investigación, estudios o análisis. La muestra de esta investigación fueron 16 bolsas de cemento, los cuales emplearon para 12 ensayos de tiempo de fraguado, 12 ensayos de consistencia normal, 12 ensayos de finura y 12 ensayos de resistencia a la compresión.

Según Otzen y Manterola (2017) se denomina muestreo, al proceso con el cual se escogen a ciertos individuos u objetos, que son pertenecientes a una población, que se encuentra siendo sometida a una evaluación. El muestreo en este estudio fue no probabilístico, debido a que la muestra no fue seleccionada de forma aleatoria; sino por conveniencia y criterio de los investigadores, escogiendo muestras de cemento con el tiempo de caducidad predeterminados.

Según Azcona et al. (2013) la unidad de análisis son entidades individuales o discretas sobre las cuales se recolectan datos y se realizan mediciones. La unidad de análisis de esta investigación será el cemento, del cual se medirán sus propiedades de acuerdo al periodo de almacenamiento.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos: De acuerdo a Luz y Avila (2020) la observación directa es una técnica basada en la observación directa de algún caso, hecho o fenómeno, obtener información y almacenarla para luego evaluarlas, esta técnica es un componente primordial de todo procedimiento de estudio, en la cual se sujeta el investigador para conseguir la mayor de cantidad de

datos. La técnica utilizada en este estudio fue la observación directa, debido a que mediante esta técnica se obtuvo información de todos los indicadores evaluados en este estudio,

Según Hernández y Danae (2020) los instrumentos de investigación son aquellos materiales o recursos que emplea el investigador para el estudio de una problemática o fenómeno y conseguir información de estos, lo cuales pueden ser físicos o desarrollados virtualmente. Los instrumentos usados en este estudio fueron las fichas de ensayos de laboratorio con los cuales se recolectó los valores analizados en este estudio, como los resultados de los ensayos de finura, tiempo de fraguado, consistencia normal y resistencia a la compresión del mortero de cemento. Los instrumentos empleados dentro de este estudio se encuentran detallados en el anexo 3; mientras que la validación de los mismos se halla en el anexo 4.

De acuerdo a Skjong y Wentworth (2014) la validez, es el proceso mediante el cual el investigador verifica y asegura la calidad y pertinencia del contenido de los instrumentos utilizados para recopilar datos. Esta validación puede llevarse a cabo a través de lo que se conoce como "juicio de expertos", en el cual se involucran personas que poseen conocimientos y experiencia especializados en el área temática, sistema o campo específico relacionado con la investigación. Los instrumentos usados fueron validados mediante un juicio de expertos, el cual estuvo compuesto por especialistas del campo ingenieril.

Según Heale y Twycross (2015) la confiabilidad guarda relación con la coherencia de una medida. Un individuo que responde a un instrumento diseñado para evaluar la motivación debe ofrecer respuestas comparables en cada ocasión que se administre la prueba. Aunque no es viable proporcionar un cálculo preciso de la confiabilidad. Los valores obtenidos en este estudio son confiables, debido a que los equipos empleados cuentan con certificados de calibración; además los ensayos fueron realizados tomando en cuenta la normativa nacional e internacional.

Para la presente investigación se recolectaron muestras de cemento Portland tipo IP, en total se recolectaron 4 bolsas de cemento de 42.5 kg, de las cuales 3 de ellas presentan caducidad; se consideraron 3 periodos de caducidad: 30, 60, 90, días de

expiración y una cuarta muestra con fecha vigente de servicio. Una vez seleccionadas las muestras de cemento tipo IP, estas fueron transportados hacia el laboratorio de ensayo de materiales, donde se almacenaron debidamente para su caracterización física y mecánica y la realización de los ensayos correspondientes programados para la presente investigación.

A continuación, se presentan registros fotográficos del muestreo del cemento portland tipo IP, obtenido de diferentes proyectos de construcción que se desarrollan en la ciudad de Juliaca.



Figura 6. Recolección de las bolsas de cemento

Para llevar a cabo el ensayo de consistencia normal del cemento, se siguen las indicaciones establecidas en las normas ASTM C187 y MTC E605; primero, se prepara la pasta de cemento y luego se forma una masa esférica con las manos protegidas por guantes, manteniéndolas separadas aproximadamente 150mm. La mezcla se pasa de una mano a otra seis veces; posteriormente, se llena

completamente el molde del aparato de Vicat con la mezcla esférica, manteniendo esta en la palma de una mano y la base menor del molde en la otra mano. Después de eliminar el exceso de mezcla en la base mayor y colocar la placa de vidrio encima, se voltea el conjunto para retirar el exceso de mezcla en la base menor con una espátula; finalmente, se alisa la parte superior con ligeros toques de la espátula, asegurándose de no comprimir la pasta.



Figura 7. Preparación de la muestra para el ensayo de consistencia normal del cemento

A continuación, se coloca y centra cuidadosamente la placa de vidrio con el molde que posee la pasta bajo el vástago del aparato de Vicat, se baja el vástago de manera controlada hasta que el borde inferior toque la pasta, asegurando su posición con el tornillo de fijación. Se registra la posición inicial del indicador en la escala correspondiente o se ajusta a la marca de cero superior, transcurridos 30 segundos desde la finalización de la mezcla, se libera el vástago, prestando especial atención a evitar cualquier vibración que pudiera afectar la precisión del ensayo. Se considera que la pasta posee consistencia normal cuando el vástago penetra 10 ± 1 mm dentro de la pasta después de 30 segundos. En caso de no lograr esta consistencia en el primer intento, se repite el procedimiento, ajustando la cantidad de agua utilizada y empleando cemento fresco en cada ensayo subsecuente para asegurar la validez de los resultados.



Figura 8. Ensayo de consistencia normal del cemento

Para llevar a cabo el ensayo del tiempo de fraguado del cemento, se siguen las normas ASTM C191 y MTC E606; la preparación de la muestra es similar al ensayo de consistencia normal, utilizando la cantidad de agua calculada en dicho ensayo, la masa preparada se mantiene en la cámara húmeda durante 30 minutos sin alteraciones; luego, se determina la penetración de la aguja de 1 mm cada 15 minutos, repitiendo esta acción hasta que la penetración alcance 25 mm o menos. Durante el ensayo, la aguja del vástago se hace descender hasta tocar la superficie de la pasta de cemento, se ajusta el índice en la escala, y se libera rápidamente el vástago para permitir la penetración durante 30 segundos antes de tomar la lectura. Si la pasta permanece blanda en las primeras lecturas, el descenso del vástago se realiza lentamente.



Figura 9. Ensayo de tiempo de fraguado

Para llevar a cabo el ensayo de finura del cemento se sigue los lineamientos de la norma ASTM C430, se comienza colocando una muestra de 1000 g de cemento sobre un tamiz limpio y seco de 45 μm (Nº 325), la muestra se humedece completamente mediante un chorro suave de agua utilizando un pulverizador, con el fin de que la muestra esté completamente saturada y lista para el ensayo; luego, el tamiz se coloca debajo del pulverizador y se lava durante 1 minuto, moviéndolo en círculos en un plano horizontal a una velocidad continua por segundo de rociado. Para asegurar la efectividad del lavado, la parte inferior del pulverizador se extiende aproximadamente 12 mm (0.5 pulgadas) por debajo del borde superior del tamiz, esto garantiza que el agua se distribuya uniformemente sobre toda la superficie del tamiz y que el lavado sea efectivo en todas las áreas de la muestra.



Figura 10. Tamizado de la muestra de cemento

Después de retirar el tamiz del rociado, se procede a lavarlo una sola vez con aproximadamente 50 ml de agua destilada, asegurándose de no perder ningún residuo. Luego, se limpia la superficie inferior del tamiz y se coloca sobre un paño húmedo para su secado. Tanto el tamiz como el residuo se secan en un horno o sobre una placa caliente, garantizando que el aire pueda pasar libremente por debajo del tamiz. Una vez enfriado el tamiz, se cepilla el residuo y se procede a pesarlo en una balanza.



Figura 11. Secado en horno del tamiz y de la muestra de cemento

Para desarrollar el ensayo de resistencia a la compresión del mortero de cemento, se toman en cuenta las normas ASTM C109 y MTC E609, para lo cual se elabora el mortero combinando arena graduada y cemento en proporciones establecidas. La mezcla se realiza de forma mecánica, con una cantidad de agua que permita un

flujo de 110 ± 5 golpes de la tabla de flujo. La muestra se coloca en moldes y una vez que la pasta fragua, se desmoldan los cubos resultantes, estos cubos se sumergen en agua con cal durante 7, 14 y 28 días respectivamente, siguiendo las indicaciones de las normas mencionadas.



Figura 12. Curado de los cubos de mortero

Los cubos se extraen del recipiente de curado uno por uno y se ensayan inmediatamente, antes de cada ensayo se seca y limpia cuidadosamente cada cubo para eliminar cualquier arena suelta o incrustación de las caras que entrarán en contacto con los bloques de la máquina de ensayo. Se verifica minuciosamente que las caras estén completamente planas utilizando una regla; luego, cada espécimen se coloca con precaución en la máquina de ensayo, asegurándose de centrarlo debajo del bloque superior y verificando que la rótula gire libremente en todas las direcciones antes de iniciar el ensayo.



Figura 13. Rotura de los cubos de mortero de cemento

Para el diseño de mezcla se toma en cuenta lo señalado por la norma ACI 211.1., el cual inicia con la selección del slump, para lo cual se elige en función del tipo de construcción que se va a realizar, en el caso de este estudio, se trata de un pavimento rígido, por lo que se considera lo especificado en la Tabla 2; luego, se establece la resistencia promedio requerida para el diseño del proyecto, tomando en cuenta los parámetros pertinentes, luego se calcula la resistencia promedio que se necesita para el diseño, la cual se da en función al f'_c y las ecuaciones del ACI ($f'_c=210-350 \rightarrow f'_{cr}=f'_c+84$).

Tabla 2. Asentamiento recomendado para diversos tipos de estructuras

Tipo de estructura	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación reforzada y zapatas	3 pulgadas	1 pulgada
Calzaduras y cimentaciones simples	3 pulgadas	1 pulgada
Muros armados/vigas	4 pulgadas	1 pulgada
Columnas	4 pulgadas	2 pulgadas
Pavimentos y losas	3 pulgadas	1 pulgada
Concreto ciclópeo	2 pulgadas	1 pulgada

Nota. Adaptado de ACI (2002)

Como segundo paso se escoge el tamaño máximo de los agregados, lo cual se hace en función del espesor de la losa, de la trabajabilidad, etc., que permita que

el concreto sea colado sin cavidades y no ocasione espacios vacíos. Para la selección del contenido de agua se toma en cuenta el slump y el máximo tamaño del agregado, considerando si se incorporará aire o no al concreto.

Para llevar a cabo el cálculo de la relación agua/cemento, es esencial tener en cuenta varios factores clave, entre los que se incluyen la resistencia a la compresión del concreto (28 días) y la decisión de si se va a introducir aire en el concreto o no, estos aspectos son fundamentales para determinar la proporción adecuada de agua en relación al cemento, ya que influyen directamente en las características finales del concreto; asimismo, al calcular la cantidad de cemento necesaria, se deben considerar los valores específicos de la cantidad de agua empleada y la relación agua-cemento, los cuales se detallan minuciosamente en la Tabla 3 del documento.

Tabla 3. *Relación de agua-cemento de acuerdo a la resistencia de diseño*

f'c a los 28 días (kg/cm²)	Sin aditivo incorporador de aire	Con aditivo incorporador de aire
450	0.380	
400	0.420	
350	0.470	0.390
300	0.540	0.450
250	0.620	0.530
200	0.700	0.610
150	0.800	0.710

Nota. Adaptado de ACI (2002)

Para calcular el agregado grueso que se necesita en una mezcla de hormigón, en la Tabla 4 que indica el volumen de agregado grueso por cada 1m³ de concreto, estos valores varían según la dimensión máxima nominal de la grava y el módulo de finura del agregado fino. El volumen de agregado se presenta en m³ por 1m³ de hormigón fresco, y luego se convierte en peso seco multiplicándolo por la densidad Bulk del agregado grueso.

Tabla 4. *Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto*

Dimensión nominal máxima del agregado grueso	Cantidad de agregado grueso, compactado en estado seco, por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de finura de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3.0
9.50mm (3/8")	0.500	0.480	0.460	0.440
12.5mm (1/2")	0.590	0.570	0.550	0.530
19.0mm (3/4")	0.660	0.640	0.620	0.600
25.0mm (1")	0.710	0.690	0.670	0.650
38mm (1 1/2")	0.750	0.730	0.710	0.690
50mm (2")	0.780	0.760	0.740	0.720
75mm (3")	0.820	0.800	0.780	0.760
150mm (6")	0.870	0.850	0.830	0.810

Nota. Adaptado de ACI (2002)

Hasta este punto del proceso, todos los componentes del concreto han sido estimados, a excepción de la cantidad de agregado fino, la cual se determina mediante un método de diferencia. En esta etapa, se pueden emplear dos métodos distintos para llevar a cabo esta tarea: el método basado en el peso y el método basado en el volumen absoluto. Escoger entre estos dos métodos será de acuerdo a las preferencias y los requisitos específicos del proyecto. Se optará por el método más apropiado para calcular el agregado fino necesario en la mezcla de hormigón.

Para modificar la composición del conglomerado en función de la humedad de los agregados, se requiere disminuir el agua agregada en una cantidad similar a la humedad libre presente en dichos agregados, la cual se obtiene restando la humedad total de la absorción. Posteriormente, es esencial llevar a cabo una verificación exhaustiva del peso volumétrico del concreto, su contenido de aire, su trabajabilidad medida a través del asentamiento y la ausencia de segregación y exudación, así como realizar una evaluación detallada de las propiedades de acabado. En caso de que surjan discrepancias en el asentamiento, el contenido de aire o la densidad del hormigón, el informe ACI 211.1-91 brinda directrices detalladas para ajustar la composición de la mezcla de ensayo con el objetivo de alcanzar las propiedades especificadas para el concreto.

Este ensayo se realiza según lo estipulado en norma ASTM C 192 y C 39, para garantizar un fraguado adecuado, es fundamental moldear los especímenes lo más

cerca posible del lugar donde serán almacenados durante las siguientes 24 horas. Inmediatamente después de su elaboración, los moldes deben ser trasladados al depósito y colocados sobre una superficie rígida y estable, evitando cualquier inclinación o movimiento brusco. Al momento de transportar, se deben tomar precauciones para evitar sacudidas, golpes o rasguños en la superficie de los especímenes. Después de transcurridas las 24 horas, se procede al curado del concreto sumergiendo los especímenes en una poza de agua durante el tiempo requerido para cada uno.



Figura 14. Curado de los cilindros de concreto

Tras completar el proceso de curado del concreto durante el tiempo requerido, se lleva a cabo la disposición del bloque de carga inferior encima de la plataforma del equipo de ensayo, situándolo de forma directa por debajo del bloque superior. Ambas superficies de los bloques son minuciosamente limpiadas con un paño antes de colocar el espécimen sobre el bloque inferior, asegurando una alineación precisa del eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. Previa a la ejecución del ensayo, resulta imperativo controlar que el dial de carga se encuentre ajustado en cero y que el bloque con rótula haya sido girado de manera adecuada. La aplicación de la carga se realiza a una rapidez normalizada a una tasa de aplicación de carga que oscila dentro del rango de 0.250 ± 0.050 MPa/s (35 ± 7.00 psi/s). Se hace hincapié en preservar esta velocidad constante durante, al menos, la segunda mitad del ciclo de ensayo planificado. Durante la primera mitad de la

fase de carga prevista, se puede usar una rapidez de carga superior, siempre y cuando se controle de manera adecuada con el fin de prevenir la ocurrencia de cargas por impacto.



Figura 15. Rotura de los cilindros de concreto

Con los valores de resistencia a la compresión del concreto AASHTO 93 se puede obtener el módulo elástico usando una correlación, como es el caso de la correlación recomendada por el ACI: $E = 17000(f'c)^{0.5}$, el proceso de diseño de un pavimento rígido según el método AASHTO comprende una secuencia de pasos esenciales, inicialmente, se identifican las características del tráfico anticipado, incluyendo el número de ejes equivalentes de carga y su distribución; posteriormente, se establecen las propiedades del suelo subyacente y se calcula el índice de servicio deseado para el pavimento, a partir de estos datos, se aplican ecuaciones y coeficientes de ajuste para determinar el espesor estructural requerido del pavimento, considerando factores como la resistencia del concreto, la temperatura y otros elementos ambientales.

Método de análisis de datos: Para Hernández et al. (2014) implica el uso de herramientas como la correlación de Pearson, pruebas de comparaciones múltiples, análisis de regresión y pruebas de correlación. Estas técnicas permiten determinar si existen diferencias significativas. Para este estudio se empleará la prueba paramétrica de correlación Pearson, debido a que permitirá determinar si

existe una influencia significativa entre el incremento del periodo de almacenamiento y las propiedades físicas y mecánicas del cemento.

Aspectos éticos: El estudio se llevó a cabo considerando las directrices establecidas en el documento del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo. Este código proporciona un marco normativo y ético destinado a asegurar que las investigaciones realizadas por los académicos de la Universidad se conduzcan de manera ética, preservando los derechos de los participantes y fomentando la integridad en el ámbito científico. Asimismo, se tomó en cuenta lo dispuesto por el Código Internacional de Conducta para la Investigación Científica Responsable, elaborado por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU), el cual establece los principios éticos y las responsabilidades de los científicos durante sus investigaciones. Este código aborda temas como la integridad científica, la divulgación responsable, la colaboración y el respeto por los derechos de los participantes. Se realizó una verificación de originalidad del trabajo a través del software antiplagio Turnitin, cumpliendo con el índice de similitud establecido por la Universidad César Vallejo. Además, se citaron adecuadamente los autores consultados en esta investigación según las directrices de la norma ISO-690.

III. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

La presente investigación fue realizada en el distrito de Juliaca, provincia de San Román y región de Puno.



Figura 16. Mapa político del Perú



Figura 17. Mapa político de la región de Puno

Ubicación del proyecto

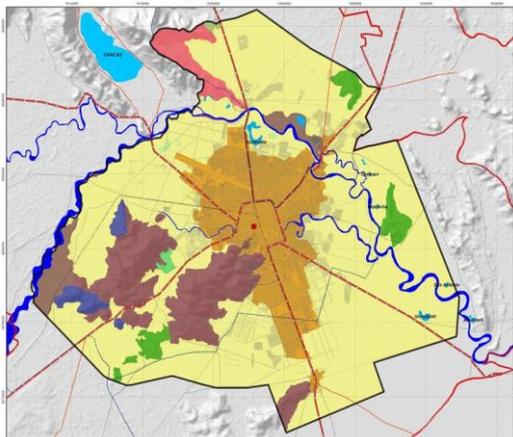


Figura 18. Mapa del distrito de Juliaca

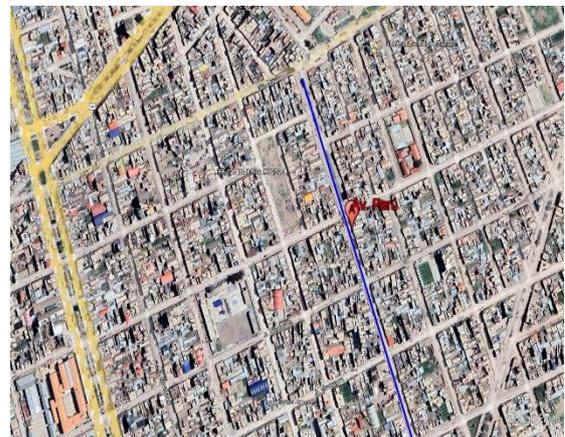


Figura 19. Av. Perú en la ciudad de Juliaca

Límites

Norte : Colinda con la provincia de San Román

Sur : Se encuentran los distritos de Cabana y Caracoto

Este : Se ubican los distritos de Pusi y Samán

Oeste : Se hallan los distritos de Lampa y Cabanilla

Ubicación geográfica

Se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas de 15°29'18"S de latitud y 70°08'32"O de longitud. La extensión territorial de este distrito abarca alrededor de 441 kilómetros cuadrados, y según cifras proporcionadas INEI, su población se estima en más de 300000 habitantes.

Clima

Se caracteriza por un clima frío y seco atribuible a su elevada altitud, con estaciones invernales que presentan temperaturas mínimas que pueden descender hasta -10°C, especialmente durante el periodo de mayo a septiembre, cuando se registran heladas nocturnas de manera habitual. Durante la temporada estival, que abarca desde diciembre hasta marzo, las temperaturas mínimas oscilan entre 0°C y 5°C, mientras que las máximas varían entre 15°C y 25°C, siendo este último valor alcanzado en los días más cálidos de dicho período. En términos generales, esta región experimenta una marcada aridez y baja precipitación a lo largo del año.

Objetivo específico 1: Determinación de la influencia del periodo de almacenamiento sobre la consistencia normal del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos.

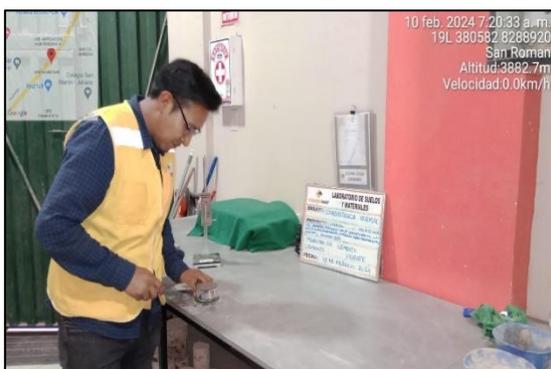


Figura 20. Ensayo de consistencia normal del cemento



Figura 21. Aparato de Vicat para el ensayo de consistencia normal del cemento

Tabla 5. Valores de consistencia normal del cemento

	Muestra	Peso de la muestra (g)	Cantidad de agua (ml)	Penetración (mm)	Consistencia normal (%)
Consistencia normal del cemento Portland tipo IP	Cemento vigente	649.86	218.09	10.00	33.56
	Cemento caducado (30 días)	650.90	211.41	10.00	32.48
	Cemento caducado (60 días)	650.45	206.16	10.00	31.70
	Cemento caducado (90 días)	650.00	185.19	10.00	28.49

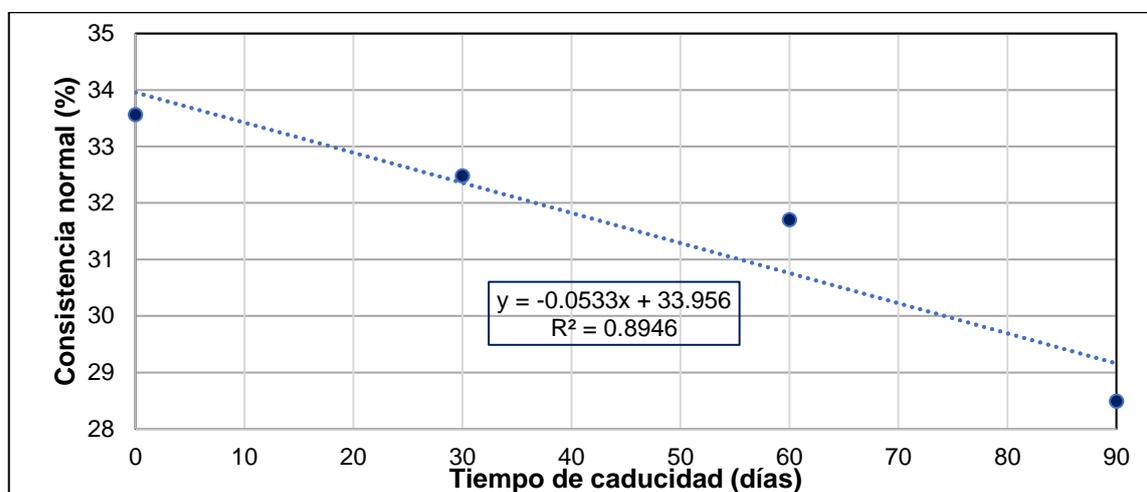


Figura 22. Consistencia normal del cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento

De acuerdo a los valores detallados en la Tabla 5 y Figura 22, a medida que el tiempo de caducidad del cemento Portland tipo IP se incrementa la consistencia normal disminuye. La disminución de la consistencia normal del cemento se debe a que con el paso del tiempo, el cemento vencido tiende a perder su plasticidad, lo que dificulta su capacidad para formar una pasta suave y manejable al mezclarse con agua, esta situación puede requerir una mayor cantidad de agua para lograr la consistencia deseada, lo que afecta adversamente la proporción entre agua y cemento, así como la resistencia final del concreto o mortero; además, las reacciones de hidratación incompletas pueden ocurrir debido a la exposición a condiciones ambientales desfavorables o la presencia de contaminantes durante el almacenamiento, lo que resulta en una menor capacidad de unión y una pasta de

cemento menos cohesiva, disminuyendo así su consistencia normal. Además, algunos cementos vencidos pueden endurecerse prematuramente al mezclarse con agua, lo que conlleva a una rigidez antes de alcanzar la consistencia deseada, dificultando su aplicación y manipulación en proyectos de construcción.

Objetivo específico 2: Determinación de la influencia del periodo de almacenamiento sobre el tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos.



Figura 23. Colocado de la muestra en el aparato de Vicat



Figura 24. Ensayo de tiempo de fraguado del cemento

Tabla 6. Valores de tiempo de fraguado del cemento

Tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP (min)							
Cemento vigente		Cemento caducado (30 días)		Cemento caducado (60 días)		Cemento caducado (90 días)	
Fragua inicial	Fragua final	Fragua inicial	Fragua final	Fragua inicial	Fragua final	Fragua inicial	Fragua final
300	435	360	450	375	465	390	510

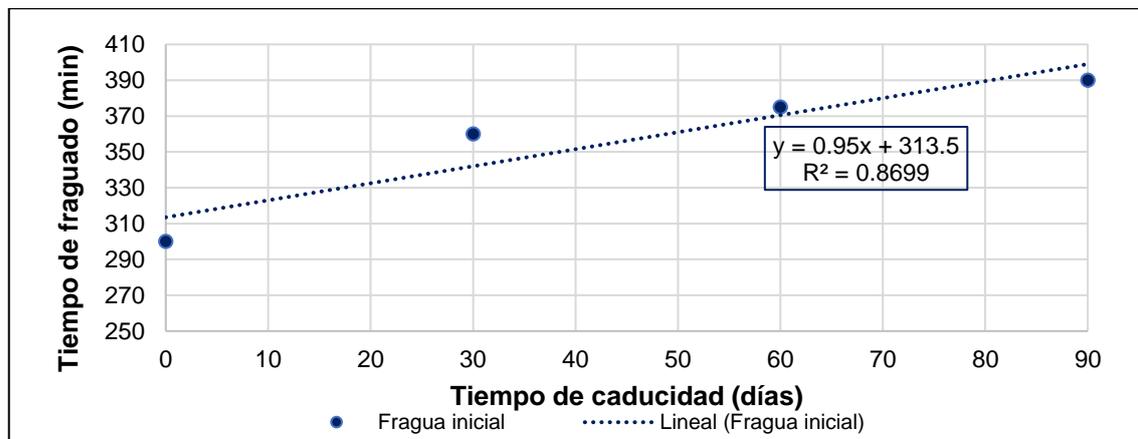


Figura 25. Tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento

De acuerdo a los valores detallados en la Tabla 6 y Figura 25, a medida que el tiempo de caducidad del cemento Portland tipo IP se incrementa el tiempo de fraguado inicial se incrementa, el efecto del cemento vencido en el fraguado inicial puede manifestarse de diversas maneras debido a los cambios que experimenta con el tiempo en sus características físicas y químicas, este proceso crucial para la adquisición de resistencia, puede ser afectado de varias maneras por el cemento caducado, algunos tipos pueden endurecerse prematuramente al entrar en contacto con el agua, lo que puede dificultar su manipulación y colocación, especialmente en proyectos donde se requiere un tiempo adecuado para estas tareas; por otro lado, ciertos cementos vencidos pueden experimentar retrasos en el fraguado debido a reacciones de hidratación más lentas o incompletas, lo que puede ser problemático en estructuras que necesitan adquirir resistencia rápidamente; además, la resistencia inicial del concreto o mortero puede variar dependiendo de cómo cambien las propiedades del cemento con el tiempo, lo que influye en la integridad y durabilidad de la estructura.

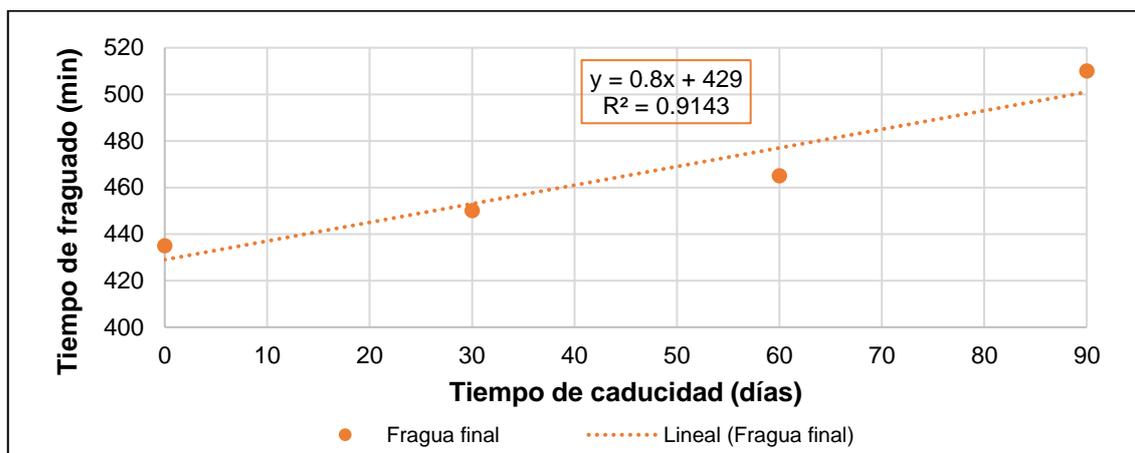


Figura 26. Tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento

De acuerdo a los valores detallados en la Tabla 6 y Figura 26, a medida que el tiempo de caducidad del cemento Portland tipo IP se incrementa el tiempo de fraguado inicial se incrementa. El incremento del tiempo de fraguado se debe a que a mayor periodo de almacenamiento del cemento aumenta el apareamiento de grumos que reducen los finos del cemento, esto reduce la superficie expuesta a la interacción del agua, es decir, la falta de actividad química de las partículas gruesas, esto retrasa la hidratación del cemento y su proceso de hidrólisis,

retrasando así el fraguado inicial que marca el inicio de la etapa de hidratación del cemento Portland.

Objetivo específico 3: Análisis de la finura del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos.



Figura 27. Ensayo de finura del cemento



Figura 28. Tamizado del cemento mediante el tamiz #325

Tabla 7. Valores de finura del cemento

	Muestra	Pasante tamiz #200	Pasante tamiz #325
Finura del cemento Portland tipo IP	Cemento vigente	94.55	96.2
	Cemento caducado (30 días)	91.28	95.8
	Cemento caducado (60 días)	91.14	91.5
	Cemento caducado (90 días)	87.44	90.3

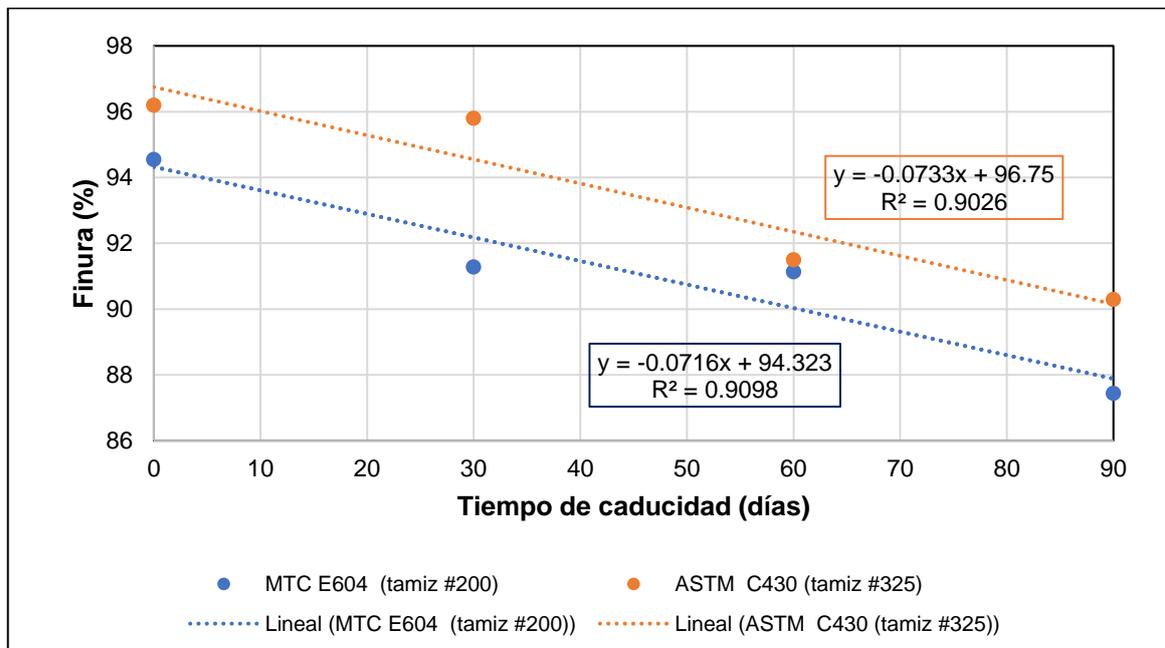


Figura 29. Finura del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento

De acuerdo a los valores detallados en la Tabla 7 y Figura 29, a medida que el tiempo de caducidad del cemento Portland tipo IP se incrementa la finura disminuye. La reducción de la finura se debe a diversos factores asociados con su almacenamiento prolongado y la posible degradación de sus elementos constituyentes, lo que puede impactar su calidad y desempeño en aplicaciones de construcción, entre las formas en que esto puede manifestarse están la aglomeración de partículas, causada por la absorción de humedad o la formación de compuestos insolubles, lo que conduce a una disminución de la finura al agrupar las partículas en lugar de dispersarlas uniformemente. También puede ocurrir la separación de componentes, donde aditivos o minerales adicionales presentes en el cemento pueden migrar o separarse durante el almacenamiento prolongado, afectando así la uniformidad de la composición y, por ende, la finura; además, el deterioro de la molienda debido a condiciones adversas como humedad, temperatura extrema o contaminación puede reducir la eficiencia de la molienda con el tiempo, disminuyendo la finura del cemento

Objetivo específico 4: Análisis de la resistencia a la compresión del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos.



Figura 30. Morteros de cemento previo a la rotura



Figura 31. Rotura de los morteros de cemento

Tabla 8. Valores de resistencia a la compresión del cemento

Resistencia a la compresión del cemento (MPa)				Requisito NTP 334.090:2020 (25MPa a los 28 días de curado)	
Muestra		7 días	14 días		28 días
M-1	Cemento vigente	23.4	28.2	31.2	SI CUMPLE
M-2	Cemento vigente	21.8	26.0	30.3	SI CUMPLE
M-3	Cemento vigente	20.8	28.7	28.9	SI CUMPLE
Promedio		21.8	27.6	30.1	
M-4	Cemento caducado (30 días)	16.3	22.8	28.4	SI CUMPLE
M-5	Cemento caducado (30 días)	16.2	22.0	23.2	NO CUMPLE
M-6	Cemento caducado (30 días)	16.8	25.1	26.8	SI CUMPLE
Promedio		16.4	23.3	26.1	
M-7	Cemento caducado (60 días)	13.4	15.2	22.5	NO CUMPLE
M-8	Cemento caducado (60 días)	13.9	15.8	18.1	NO CUMPLE
M-9	Cemento caducado (60 días)	15.0	17.9	20.5	NO CUMPLE
Promedio		14.1	16.3	20.4	
M-10	Cemento caducado (90 días)	12.4	15.1	20.2	NO CUMPLE
M-11	Cemento caducado (90 días)	11.5	15.4	21.1	NO CUMPLE
M-12	Cemento caducado (90 días)	12.2	17.4	19.3	NO CUMPLE
Promedio		12.0	16.0	20.2	NO CUMPLE

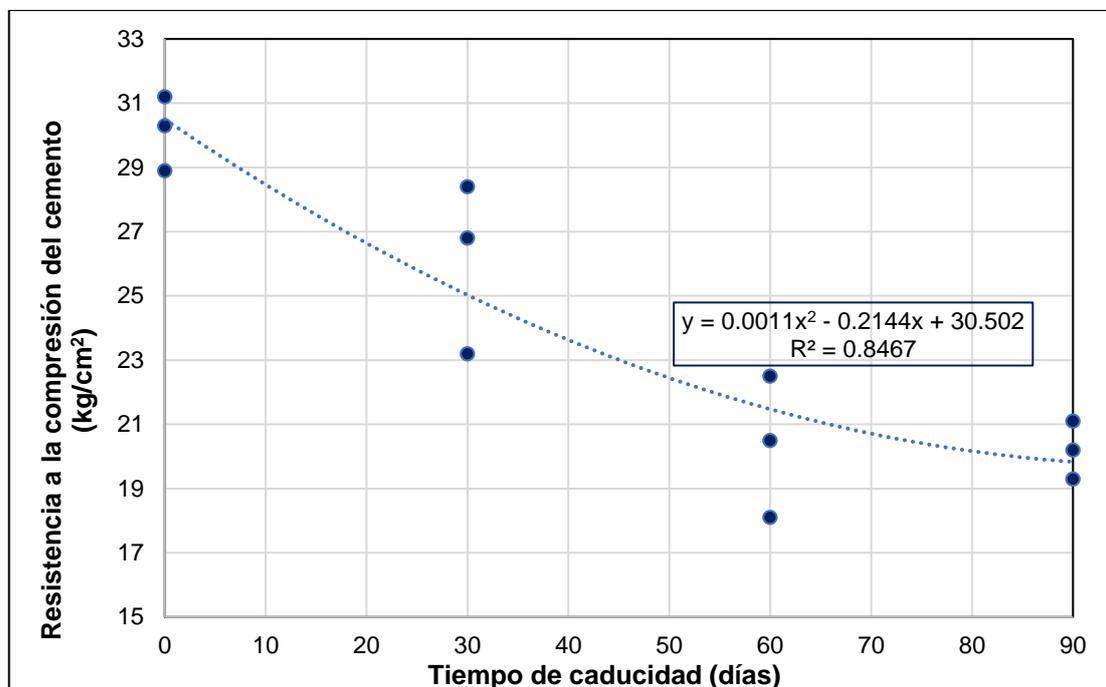


Figura 32. Resistencia a la compresión del cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento

De acuerdo a los valores detallados en la Tabla 8 y Figura 32, la resistencia a la compresión del mortero de cemento Portland tipo IP disminuye a medida que el tiempo de caducidad aumenta. La disminución se debería a que cuando se almacena el cemento, puede absorber humedad, incluso si no hay contacto con la humedad, la humedad del aire puede afectar el cemento; además, cuando el cemento entra en contacto con cualquier tipo de humedad, inicia el proceso de hidratación o forma grumos. La aparición de grumos afecta negativamente la distribución y la estructura interna de la matriz de cemento, esto conduce a una menor cohesión y resistencia en la matriz de cemento.

Objetivo específico 5: Determinación del módulo elástico del concreto elaborado con cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos.



Figura 33. Elaboración de los cilindros de concreto



Figura 34. Rotura de los cilindros de concreto

Tabla 9. Valores de módulo de elasticidad de concreto

	Muestra	f'c (kg/cm ²)	E _c (kg/cm ²)
M-1	Cemento vigente	290.66	289828.81
M-2	Cemento vigente	297.87	293401.48
M-3	Cemento vigente	299.75	294325.92
	Promedio	296.09	292518.74
M-10	Cemento caducado (30 días)	271.94	280340.26
M-11	Cemento caducado (30 días)	275.16	281995.11
M-12	Cemento caducado (30 días)	271.06	279886.30
	Promedio	272.72	280740.55

M-10	Cemento caducado (60 días)	264.93	276703.40
M-11	Cemento caducado (60 días)	261.79	275058.74
M-12	Cemento caducado (60 días)	264.77	276619.83
Promedio		263.83	276127.32
M-10	Cemento caducado (90 días)	254.62	271265.88
M-11	Cemento caducado (90 días)	259.60	273905.82
M-12	Cemento caducado (90 días)	257.56	272827.49
Promedio		257.26	272666.40

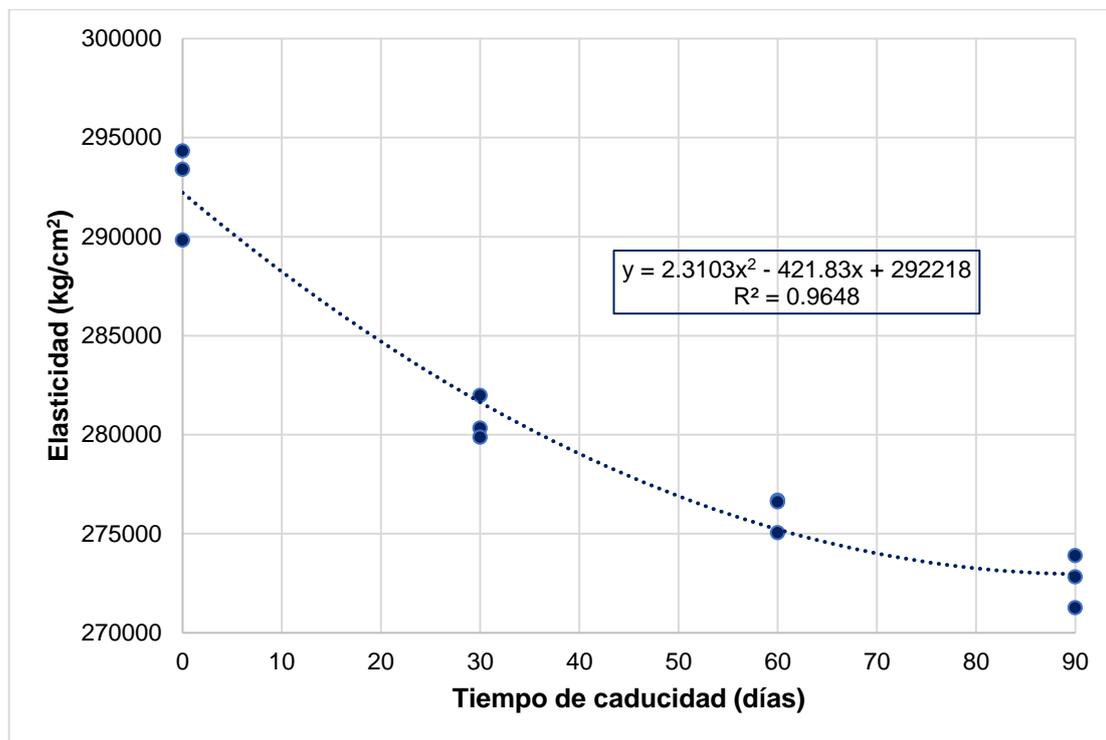


Figura 35. Módulo de elasticidad del concreto elaborado con cemento Portland tipo IP con diferente periodo de almacenamiento

De acuerdo a los valores detallados en la Tabla 9 y Figura 35, el módulo de elasticidad del concreto decrece a medida que el tiempo de caducidad se incrementa. La disminución se debe a que el cemento caducado tiende a perder parte de su capacidad de hidratación y de reacción con el agua, lo que puede afectar la formación de las estructuras cristalinas necesarias para proporcionar resistencia y rigidez al concreto; además, la presencia de aglomeraciones o la formación de partículas más grandes debido a la exposición al aire y la humedad

durante el almacenamiento prolongado pueden afectar la homogeneidad y la cohesión del concreto, lo que a su vez influye en el módulo de elasticidad.

El diseño detallado de los espesores de losa de concreto se encuentra detallado dentro del anexo 5; el cual se realizó empleando el método AASHTO 93.

Tabla 10. *Espesores de losa de concreto – AASHTO 93*

Muestra	Espesor de losa de concreto (cm)
Cemento vigente	23.79
Cemento caducado (30 días)	24.27
Cemento caducado (60 días)	24.48
Cemento caducado (90 días)	24.63

Nota. El detalle del diseño se encuentra detallado en el anexo 5.

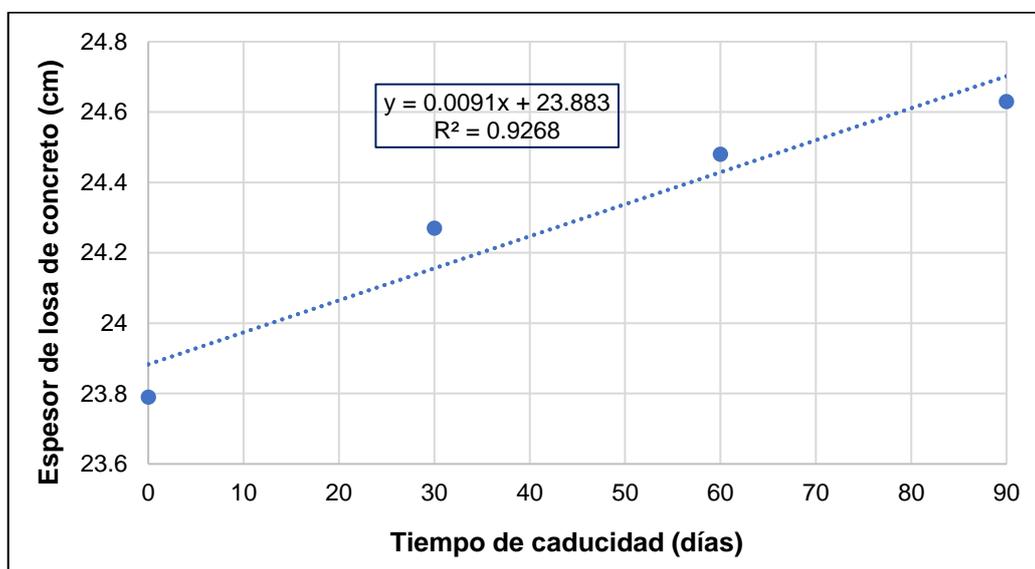


Figura 36. Espesor de losa de concreto de acuerdo al tiempo de caducidad del cemento

Según los valores presentados en la Tabla 10 y Figura 36, el espesor de losa de concreto mediante el método AASHTO 93 disminuye a medida que el tiempo de caducidad del cemento se incrementa; esto debido a que uno de los parámetros de diseño del método AASHTO 93 es el módulo de elasticidad del concreto, el cual está directamente relacionado con el diseño del espesor de la losa de concreto. La reducción en la elasticidad del concreto puede hacer que sea menos capaz de soportar el desgaste generado por el tráfico y las condiciones del entorno, lo que puede implicar la necesidad de aumentar el grosor de la losa para mantener su integridad estructural; por lo tanto, es fundamental evaluar minuciosamente la

resistencia a la compresión del concreto al aplicar el diseño de pavimentos rígidos según el método AASHTO 93, con el fin de asegurar la durabilidad y seguridad adecuadas del pavimento durante su ciclo de vida.

Contrastación de hipótesis

Hipótesis específica 1

Prueba de normalidad

Tabla 11. *Test de normalidad para la consistencia normal del cemento*

	Análisis de normalidad					
	Kolmogorov & Smirnov			Shapiro/Wilk		
	Estadis.	g-l	p-valor	Estadis.	g-l	p-valor
Consistencia normal del cemento	0.276	4	.	0.914	4	0.504

De acuerdo a los valores de normalidad los datos de la consistencia normal del cemento poseen una distribución gaussiana, debido a que el p-valor es mayor a 0.05; debido a que se tuvo un valor de significancia mayor a 0.05 se escogió la prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 12. *Prueba de Pearson para la consistencia normal del cemento*

	Correlaciones	
	Periodo del almacenamiento del cemento Portland tipo IP	
Consistencia normal del cemento	Coefficiente de Pearson	-0.946
	p-valor bilateral	0.054
	N	4

De acuerdo a la prueba de Pearson se determinó un coeficiente de -0.946, lo que demuestra que existe una correlación negativa muy alta; sin embargo, el p-valor es mayor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis del investigador, es decir el empleo de cemento Portland tipo IP con periodo de almacenamiento prolongado no está relacionado significativamente con la reducción de la consistencia normal del cemento empleado para pavimentos rígidos.

Hipótesis específica 2

Prueba de normalidad

Tabla 13. Test de normalidad para el tiempo de fraguado

Análisis de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro/Wilk		
	Estadis.	g-l	p-valor	Estadis.	g-l	p-valor
Tiempo de fraguado inicial	0.288	4	.	0.887	4	0.369
Tiempo de fraguado final	0.250	4	.	0.927	4	0.577

De acuerdo a los valores de normalidad tanto el tiempo de fraguado inicial como final poseen una distribución gaussiana, debido a que el p-valor de ambos es mayor a 0.05; debido a que se tuvo un valor de significancia mayor a 0.05 se escogió la prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 14. Prueba de Pearson para el tiempo de fraguado inicial

Correlaciones		
		Periodo del almacenamiento del cemento Portland tipo IP
Tiempo de fraguado inicial	Coeficiente de Pearson	0.933
	p-valor bilateral	0.067
	N	4

De acuerdo a la prueba de Pearson se determinó un coeficiente de 0.933, lo que demuestra que existe una correlación positiva muy alta; sin embargo, el p-valor es mayor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis del investigador, es decir el empleo de cemento Portland tipo IP con periodo de almacenamiento prolongado no está relacionado significativamente con el incremento del tiempo de fraguado inicial del cemento empleado para pavimentos rígidos.

Tabla 15. Prueba de Pearson para el tiempo de fraguado final

Correlaciones		
		Periodo del almacenamiento del cemento Portland tipo IP
Tiempo de fraguado final	Coeficiente de Pearson	0.956
	p-valor bilateral	0.044
	N	4

De acuerdo a la prueba de Pearson se determinó un coeficiente de 0.933, lo que demuestra que existe una correlación positiva muy alta; además el valor de significancia fue de 0.044, por lo que se tomó como válida la hipótesis alterna, es

decir el empleo de cemento Portland tipo IP con periodo de almacenamiento prolongado está relacionado con el incremento del tiempo de fraguado final del cemento empleado para pavimentos rígidos.

Hipótesis específica 3

Prueba de normalidad

Tabla 16. *Test de normalidad para la finura*

	Análisis de normalidad					
	Kolmogorov & Smirnov			Shapiro/Wilk		
	Estadis.	g-l	p-valor	Estadis.	g-l	p-valor
Finura del cemento MTC	0.255	4	.	0.952	4	0.726
Finura del cemento ASTM	0.284	4	.	0.849	4	0.222

De acuerdo a los valores de normalidad los datos de finura del cemento poseen una distribución gaussiana, debido a que los p-valor son mayores a 0.05; debido a que se tuvo un valor de significancia mayor a 0.05 se escogió la prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 17. *Prueba de Pearson para la finura del cemento*

Correlaciones		
		Periodo del almacenamiento del cemento Portland tipo IP
Finura del cemento ASTM	Coefficiente de Pearson	-0.950
	p-valor bilateral	0.050
	N	4

De acuerdo a la prueba de Pearson se determinaron coeficientes de -0.954 y -0.950, lo que demuestra que existe una correlación negativa muy alta; además los valores de significancia fueron menores iguales a 0.05, por lo que se tomó como válida la hipótesis alterna, es decir el uso de cemento Portland tipo IP con periodo de almacenamiento prolongado está relacionada con la disminución de la finura del cemento empleado para pavimentos rígidos.

Hipótesis específica 4

Prueba de normalidad

Tabla 18. Test de normalidad para la resistencia a la compresión del cemento

Análisis de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadis.	g-l	p-valor	Estadis.	g-l	p-valor
Resistencia a la compresión del cemento	0.286	4	.	0.873	4	0.308

De acuerdo a los valores de normalidad los datos de resistencia a la compresión del cemento poseen una distribución gaussiana, debido a que el p-valor es mayor a 0.05; debido a que se tuvo un valor de significancia mayor a 0.05 se escogió la prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 19. Prueba de Pearson para la resistencia a la compresión del cemento

Correlaciones		
		Periodo del almacenamiento del cemento Portland tipo IP
Resistencia a la compresión del cemento	Coefficiente de Pearson	-0.954
	p-valor bilateral	0.046
	N	4

De acuerdo a la prueba de Pearson se determinó un coeficiente de -0.954, lo que demuestra que existe una correlación negativa muy alta; además el valor de significancia fue menor a 0.05, por lo que se tomó como válida la hipótesis alterna, es decir el uso de cemento Portland tipo IP con periodo de almacenamiento prolongado reduciría la resistencia a la compresión del cemento empleado para pavimentos rígidos.

Hipótesis específica 5

Prueba de normalidad

Tabla 20. Test de normalidad para el módulo de elasticidad del concreto

Análisis de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadis.	g-l	p-valor	Estadis.	g-l	p-valor
Módulo de elasticidad del concreto	0.240	4	.	0.923	4	0.554

De acuerdo a los valores de normalidad los datos de módulo de elasticidad del concreto poseen una distribución gaussiana, debido a que el p-valor es mayor a

0.05; debido a que se tuvo un valor de significancia mayor a 0.05 se escogió la prueba paramétrica de Pearson.

Tabla 21. Prueba de Pearson para el módulo de elasticidad del concreto

Correlaciones		Periodo del almacenamiento del cemento Portland tipo IP
Módulo de elasticidad del concreto	Coeficiente de Pearson	-0.957
	p-valor bilateral	0.043
	N	4

De acuerdo a la prueba de Pearson se determinó un coeficiente de -0.957 , lo que demuestra que existe una correlación negativa muy alta; además el valor de significancia fue menor a 0.05, por lo que se tomó como válida la hipótesis alterna, es decir el uso de cemento Portland tipo IP con periodo de almacenamiento prolongado reduciría el módulo de elasticidad del concreto empleado para pavimentos rígidos.

IV. DISCUSIÓN

Discusión 1: Con el fin de determinar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento en relación con la consistencia normal del cemento Portland tipo IP, se realizó el ensayo de consistencia normal; los resultados indicaron que la consistencia normal del cemento Portland tipo IP vigente fue de 33.56%; mientras que, la consistencia normal para los cementos con una caducidad de 30 días, 60 días y 90 días se reduce a 32.48%, 31.70% y 28.49%, respectivamente. Por otra parte, se tiene el estudio de Getachew, Adugna y Assefa (2019), donde a partir del ensayo de consistencia normal obtuvieron que el cemento vigente poseía una consistencia normal de 33%; mientras que, la consistencia normal de los cementos con una caducidad de 30 días, 60 días y 90 días se redujo a 31%, 29% y 27.4%, respectivamente. A partir del análisis y comparación de ambas investigaciones, se puede observar que la tendencia inversa es la misma, a mayor periodo de almacenamiento menor consistencia normal del cemento; sin embargo, se puede apreciar que, con el mismo tiempo de almacenamiento del cemento, en el estudio de Getachew, Adugna y Assefa (2019) se da una mayor reducción de la consistencia normal del cemento, esta tendencia se da porque la temperatura de almacenamiento no fue la misma; debido a que, la temperatura promedio de almacenamiento en la investigación de Getachew, Adugna y Assefa (2019) fue de 30°C; mientras que, en la presente investigación fue de 15°C; esto explicaría que, a medida que el cemento vencido se expone al calor, sus propiedades plásticas pueden deteriorarse aún más.

Discusión 2: Con el fin de determinar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento en relación al tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP, se realizó el ensayo de tiempo de fraguado con el aparato de Vicat; los resultados indicaron que el tiempo de fraguado inicial del cemento Portland tipo IP vigente fue de 300 minutos; mientras que, el tiempo de fraguado inicial para los cementos con una caducidad de 30 días, 60 días y 90 días se incrementó a 360 minutos, 375 minutos y 390 minutos, respectivamente; además, los resultados del tiempo de fraguado final indicaron que el tiempo de fraguado final del cemento vigente fue de 435 minutos; mientras que, el tiempo de fraguado final para los cementos con una caducidad de 30 días, 60 días y 90 días se incrementó a 450 minutos, 465 minutos

y 510 minutos, respectivamente. Por otro lado, se cuenta con la investigación realizada por Alvarado y Cortez (2019), donde al realizar el ensayo de tiempo de fraguado obtuvieron que, el tiempo de fraguado inicial del cemento tipo I vigente fue de 76 minutos; mientras que, al aumentar el tiempo de almacenamiento a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 días el tiempo de fraguado inicial aumentó a 77, 78, 79, 84, 86, 87, 88, 90 y 99 minutos, respectivamente; de la misma forma determinaron que el tiempo de fraguado final del cemento tipo I vigente fue de 360 minutos, mientras que, al aumentar el tiempo de almacenamiento del cemento a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 días el tiempo de fraguado final aumentó a 375, 390, 405, 405, 420, 420 435, 435 y 435 minutos, respectivamente. Al realizar la comparación y análisis de los resultados de ambas investigaciones se evidencia una tendencia directa similar en los resultados, a mayor periodo de almacenamiento del cemento, mayores son los tiempos de fraguado inicial y final; no obstante, se puede observar que, con diferentes tiempos de almacenamiento del cemento, en el estudio de Alvarado y Cortez (2019) se dan menores valores de tiempo de fraguado inicial y final, esto se debe porque se emplearon diferentes tipos de cementos, ya que el cemento tipo I fragua más rápido que el cemento tipo IP, esto se debe principalmente a la composición del cemento tipo I, que contiene un mayor porcentaje de clinker de cemento portland, especialmente de silicato tricálcico (C3S), que es el componente principal responsable del desarrollo inicial de la resistencia, el C3S reacciona más rápidamente con el agua durante el proceso de hidratación, lo que conduce a una mayor liberación de calor y a un fraguado más rápido en comparación con el cemento tipo IP.

Discusión 3: Con la finalidad de analizar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento en relación con la finura del cemento Portland tipo IP para fin de ser empleados en pavimentos rígidos, se realizó el ensayo de finura con la norma ASTM C430 (tamiz N°325), se determinó que la finura del cemento Portland tipo IP vigente fue de 96.2%; mientras que, la finura para los cementos con una caducidad de 30 días, 60 días y 90 días se reduce a 95.80%, 91.50% y 90.30%, respectivamente. Asimismo, se tiene la investigación de Coronel (2019) donde a partir del ensayo de finura del cemento mediante el tamiz N°200 determinaron que después de los 90, 180 y 360 días de expirado la finura del cemento se reduce a 81%, 77.12% y 61.66%, respectivamente. Realizando la

comparación y análisis de ambas investigaciones, se observa que a mayor periodo de almacenamiento del cemento menor finura del cemento; sin embargo, en la investigación de Coronel (2019) los valores de finura fueron menores, esto se debe a que el tiempo de almacenamiento fue mayor; además que, dicho estudio fue desarrollado en una altitud menor, ya que en regiones a nivel del mar o con alta presión atmosférica, la humedad relativa puede ser mayor, aumentando el riesgo de que el cemento absorba humedad del aire y se aglutine, lo que puede afectar su manipulabilidad por la aparición de grumos de cemento; mientras que, este estudio donde la presión atmosférica fue más baja, la humedad relativa fue menor, esto produjo que el cemento absorba menor humedad del aire, por lo que la reducción de la finura fue menor.

Discusión 4: Con el fin de analizar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento en relación a la resistencia a la compresión del mortero de cemento, se realizó la rotura de cubos de mortero de cemento, los resultados indicaron que el promedio de resistencia a la compresión del mortero del cemento vigente a los 28 días de curado fue de 30.10 kg/cm²; mientras que, el valor promedio de resistencia a la compresión del mortero a los 28 días del cemento con una caducidad de 30, 60 y 90 días fue de 26.10 kg/cm², 20.40 kg/cm² y 20.20 kg/cm², respectivamente. Estos resultados poseen la misma tendencia que la investigación de Bilal et al. (2022) quienes determinaron que la resistencia a la compresión del cemento a los 90 días de caducado decrece en un 21%, a los 180 días un 33%, a los 360 días un 42% y los 720 días un 51% en relación al cemento vigente. Comparando ambos estudios se infiere que a mayor periodo de almacenamiento del cemento menor resistencia a la compresión del mortero de cemento; sin embargo, se puede apreciar que, con diferentes tiempos de almacenamiento del cemento, en el estudio de Bilal et al. (2022) se dan menores valores de resistencia a la compresión del mortero de cemento, esta tendencia se da porque el tiempo de almacenamiento no fueron las mismas; debido a que, el tiempo de caducidad en la investigación de Getachew, Adugna y Assefa (2019) fueron de 90 días, 180 días, 360 días y 720 días; mientras que, en esta investigación fueron de 30 días, 60 días y 90 días; esto explicaría que, si el cemento ha excedido su fecha de caducidad, es más probable que haya experimentado una pérdida de calidad, lo que podría afectar la capacidad de desarrollar una resistencia adecuada durante el proceso de fraguado y

endurecimiento, como resultado el mortero elaborado con cemento vencido puede exhibir una resistencia a la compresión inferior en comparación con aquel preparado con cemento fresco y dentro de su período de caducidad.

Discusión 5: Con el propósito de determinar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento en relación con el módulo de elasticidad del concreto, se realizó el ensayo de rotura de briquetas de concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con la finalidad de emplear ecuaciones de correlación para el cálculo del módulo de elasticidad del concreto, los resultados indicaron que el promedio del módulo de elasticidad del concreto elaborado con cemento vigente fue de $292518.74 \text{ kg/cm}^2$, mientras que el valor promedio de módulo de elasticidad del concreto elaborado con cemento caducado de 30 días, 60 días y 90 días fueron de $280740.55 \text{ kg/cm}^2$, $276127.32 \text{ kg/cm}^2$ y $272666.40 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente; además, al realizar el diseño de la losa de concreto del pavimento rígido se obtuvieron los siguientes resultados: 23.79 cm, 24.27 cm, 24.48 cm y 24.63 cm para los periodos de caducidad de 0, 30, 60 y 90 días, respectivamente. Por otra parte, se tiene la investigación de Larico y Suni (2024) donde a partir del diseño de la losa de concreto de un pavimento rígido con los valores de resistencia a la compresión de concretos elaborados con cementos de 45 días, 90 días, 120 días y 180 días de expiración, determinaron los espesores de losa de concreto de 22.6 cm, 23.9 cm, 26.1 cm y 27.6 cm, respectivamente. Comparando ambas investigaciones, se puede observar que la tendencia inversa de resultados es la misma, que a mayor periodo de almacenamiento del cemento mayor espesor de losa de concreto del pavimento rígido; sin embargo, se puede apreciar que, con diferentes tiempos de almacenamiento del cemento, en el estudio de Larico y Suni (2024) se dan mayores espesores de losa de concreto, esta tendencia se da porque los parámetros de diseño mediante el método AASHTO 93 no fueron las mismas: debido a que la investigación de Larico y Suni (2024) fue en base a los valores de diseño encontrados en la avenida Ferrocarril; mientras que en este estudio se tomaron los valores de diseño de la avenida Perú; lo que explicaría que valores como del tráfico vehicular, características mecánicas del suelo de subrasante, módulo de elasticidad del concreto, etc. Inciden de forma significativa en el cálculo del espesor de losa de concreto mediante el método AASHTO 93.

V. CONCLUSIONES

1. Los cementos caducados plantean problemas significativos en la construcción, ya que pueden experimentar una pérdida de sus propiedades; para este propósito se analizaron diferentes periodos de almacenamiento del cemento (30, 60 y 90 días), realizando distintos ensayos se ha determinado que la consistencia normal disminuye, el tiempo de fraguado inicial y final del cemento se incrementan; mientras que, la resistencia a la compresión del mortero de cemento y el módulo de elasticidad del concreto decrecen.
2. Con el fin de analizar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento IP sobre la consistencia normal, se propuso el análisis de diferentes periodos de almacenamiento (30, 60 y 90 días), con estos planteamientos se ha encontrado que la consistencia normal del cemento Portland IP se reduce de 33.56% a 32.48%, 31.70% y 28.49% respectivamente, estos resultados comparados con la investigación de Getachew, Adugna y Assefa (2019) realizado en la ciudad de Jimma coinciden en que a mayor periodo de almacenamiento menor consistencia normal del cemento; sin embargo, los resultados varían porque la temperatura ambiente en la que fueron almacenados los cementos fueron distintas.
3. Para fines de evaluar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento Portland IP sobre el tiempo de fraguado, se ha planteado el análisis de diferentes periodos de almacenamiento (30, 60 y 90 días), con estos planteamientos se ha encontrado que el tiempo de fraguado inicial del cemento vigente fue de 300 min, mientras que el tiempo de fraguado inicial para los cementos con una caducidad de 30 días, 60 días y 90 días se incrementó a 360 min, 375 min y 390 min respectivamente; mientras que el tiempo de fraguado final del cemento Portland tipo IP vigente fue de 435 min, mientras que el tiempo de fraguado final para los cementos con una caducidad de 30 días, 60 días y 90 días se incrementó a 450 min, 465 min y 510 min respectivamente, al realizar la comparación de estos resultados con el estudio de Alvarado y Cortez (2019) desarrollado en la ciudad de Trujillo coincide en que a mayor periodo de almacenamiento del cemento mayor tiempo de fraguado inicial y final; no

obstante, los resultados variaron porque se emplearon distintos tipos de cemento en ambas investigaciones.

4. Con el propósito de analizar la incidencia del periodo del almacenamiento del cemento Portland IP sobre la finura del cemento, se ha planteado el análisis de diferentes periodos de almacenamiento (30, 60 y 90 días), con estos planteamientos se ha encontrado que la finura del cemento Portland IP se reduce de 96.2%, a 95.80%, 91.50% y 90.30% respectivamente, estos resultados comparados con la investigación de Coronel (2019) desarrollado en la ciudad de Trujillo coinciden en que a mayor periodo de almacenamiento menor finura del cemento; sin embargo, los resultados varían porque la temperatura ambiente en la que fueron almacenados los cementos fueron distintas fueron desarrollados en ciudades con distintas presiones atmosféricas.
5. Para fines de evaluar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento Portland IP sobre resistencia a la compresión del mortero del cemento, se ha planteado el análisis de diferentes periodos de almacenamiento (30, 60 y 90 días), con estos planteamientos se ha encontrado que la resistencia a la compresión del mortero del cemento IP se reduce de 30.10 kg/cm² a 26.10 kg/cm², 20.40 kg/cm² y 20.20 kg/cm² respectivamente, al realizar la comparación de estos resultados con el estudio de Bilal et al. (2022) desarrollado en la ciudad de Jaiber Pastunjuá coincide en que a mayor periodo de almacenamiento del cemento menor resistencia a la compresión del cemento; no obstante, los resultados variaron porque los periodos de almacenamiento fueron distintas en ambas investigaciones.
6. Con el fin de analizar la influencia del periodo de almacenamiento del cemento IP sobre el módulo de elasticidad del concreto, se ha planteado el análisis de diferentes periodos de almacenamiento (30, 60 y 90 días), con estos planteamientos se ha encontrado que el módulo de elasticidad del concreto del cemento Portland IP se reduce de 292518.74 kg/cm² a 280740.55 kg/cm², 276127.32 kg/cm² y 272666.40 kg/cm² respectivamente, estos resultados comparados con la investigación de Larico y Suni (2024) realizado en la ciudad de Juliaca coinciden en que el módulo de elasticidad del concreto decrece a

medida que aumenta el periodo de almacenamiento; sin embargo, los resultados variaron porque los periodos de almacenamiento fueron distintas en ambas investigaciones.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para posteriores investigaciones se analice la influencia de tiempos de caducidad más prolongados a los mostrados en la presente investigación, con el fin de determinar el comportamiento de las distintas propiedades del cemento.
- Con el fin de conocer los efectos del tiempo de caducidad sobre distintos tipos de cemento Portland, se recomienda que para posteriores investigaciones se evalúe la influencia del tiempo de caducidad sobre las propiedades del cemento, de cementos distintos al cemento Portland tipo IP.
- Se recomienda que se evalúe la influencia del tiempo de caducidad sobre las propiedades del cemento en otras condiciones climáticas, ya que debido al contexto la experimentación se realizó en un clima seco como es del altiplano puneño.

REFERENCIAS

- ACEVEDO, W. y MARTINEZ, W., 2017. *Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con cemento nacional comparado con el concreto dosificado con cemento Sol* [en línea]. S.l.: Universidad San Martín de Porres. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/20.500.12727/3014/1/acevedo_martinez.pdf.
- AGUILAR, R.A., 2021. *Análisis de La Elasticidad de la demanda de cemento en el Perú En El Período 2003.01-2018.07* [en línea]. S.l.: Universidad de Lima. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/8053/Trabajo.pdf?isAllowed=y&sequence=3>.
- ALVARADO, D. y CORTEZ, P., 2019. *Influencia del tiempo de almacenamiento y tipo de cemento en la fluidez, fraguado y compresión de morteros de asiento* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/983fa9d4-bb41-477c-90c8-c745af54016b/content>.
- ARIAS, J. y COVINOS, M., 2021. *Diseño y metodología de la investigación* [en línea]. Primera ed. S.l.: s.n. ISBN 9786124844423. Disponible en: <https://bit.ly/3RlcobP>.
- ARIAS, J., VILLASÍS, M.Á. y MIRANDA, M.G., 2016. El protocolo de investigación III : la población de estudio. *Alergia* [en línea], vol. 63, no. 2, pp. 201-206. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.
- AZCONA, M., MANZINI, F. y DORATI, J., 2013. Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación. *IV Congreso Internacional de Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de La Plata* [en línea], pp. 67-76. Disponible en: <https://bit.ly/3iXpQUa>.
- BAUCE, G., CÓRDOVA, M. y AVILA, A., 2018. Operacionalización de variables. *Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel"* [en línea], vol. 49, no. 2, pp. 52-63. Disponible en: <http://revista.vzpla.net/wp->

content/uploads/2020/12/Revista-cientifica_vol_49_2.pdf?i=1.

- BILAL, H., ALAM, M., KHATTAK, N.U., YASIR, M., SULIMAN, M. y ALI, K., 2022. Physical Properties of Different Brands of Cement Manufactured in KPK, Pakistan: A Case Study. *Pakistan Journal of Engineering and Technology* [en línea], vol. 5, no. 4, pp. 63-67. ISSN 2664-2050. DOI 10.51846/vol5iss4pp63-67. Disponible en: <https://www.hpej.net/journals/pakjet/article/view/2204>.
- BUZÓN, F. y HERNÁNDEZ, A., 2013. Determinación de las características técnicas y metrológicas del aparato de Vicat. *Boletín Científico Técnico INIMET* [en línea], no. 2, pp. 19-34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2230/223029286003.pdf>.
- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA, 2021. Detectan uso de cemento vencido en obra de mejoramiento del parque Luján. [en línea]. 2021. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/562554-detectan-uso-de-cemento-vencido-en-obra-de-mejoramiento-del-parque-lujan>.
- CORONEL, C., 2019. *Propiedades físico - mecánicas de bloques de concreto hechos con cemento envejecido para su aplicación en obras civiles, Chachapoyas, Amazonas* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Disponible en: [https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1990/Coronel Torres Colin Kein.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1990/Coronel_Torres_Colin_Kein.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- DEVI, K.S., LAKSHMI, V.V. y ALAKANANDANA, A., 2017. Impacts of Cement Industry on Environment-an Overview. *Asia Pacific Journal of Research ISSN* [en línea], no. February, pp. 2347-4793. Disponible en: www.apjor.com.
- EHIKHUENMEN, S.O., IGBA, U.T., BALOGUN, O.O. y OYEBISI, S.O., 2019. The influence of cement fineness on the structural characteristics of normal concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea], vol. 640, no. 1, pp. 012043. ISSN 1757-8981. DOI 10.1088/1757-899X/640/1/012043. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/640/1/012043>.
- FERRER, L. y LLONTOP, K., 2020. *Resistencia a la Compresión del Mortero con*

Cemento Sustituido por una Combinación de Polvo de Concha Mejillón y Arcilla [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66419/Ferrer_RLE-Llontop_HKW-SD.pdf?sequence=1.

GAILITIS, R., FIGIELA, B., ABELKALNS, K., SPRINCE, A., SAHMENKO, G., CHOINSKA, M. y GUIGOU, M.D., 2021. Creep and shrinkage behaviour of disintegrated and non-disintegrated cement mortar. *Materials*, vol. 14, no. 24, pp. 1-13. ISSN 19961944. DOI 10.3390/ma14247510.

GETACHEW, B., ADUGNA, T. y ASSEFA, S., 2019. Investigation on the Effect of Storage Time Due To Moisture Absorption of Cement on the Properties of Concrete. *International Journal of Development Research*, vol. 08, no. 1, pp. 18558-18561.

GIORDANI, C. y LEONE, D., 2010. *Cementos* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC_I-Cementos\(1\).pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC_I-Cementos(1).pdf).

HEALE, R. y TWYXCROSS, A., 2015. Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-based nursing* [en línea], vol. 18, no. 3, pp. 66-67. DOI 10.1136/eb-2015-102129. Disponible en: <https://bit.ly/3IVXyUF>.

HERNÁNDEZ, S. y DANAE, D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Data collection techniques and instruments. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA* [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51-53. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n. ISBN 9684229313.

HOLCIM, 2022. *Almacenamiento del cemento* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.holcim.cr/sites/costarica/files/2022-07/manual_almacenamiento_cemento.pdf.

IBRAHIM, A.J., SHARBA, A.A.K. y HUSSAIN, H.D., 2021. Effect of storage period in hot weather on the properties of Portland cement. *Journal of Engineering*

Science and Technology, vol. 16, no. 6, pp. 4808-4816. ISSN 18234690.

IBRAHIM, H. y ABBAS, W., 2023. Fresh Properties of Self-Consolidating Expired Cement-Fly Ash Cold Bonded Lightweight Aggregate Concrete With Different Mineral Admixtures. *Engineering and Technology Journal* [en línea], vol. 41, no. 5, pp. 734-744. ISSN 2412-0758. DOI 10.30684/etj.2023.139260.1424. Disponible en: https://etj.uotechnology.edu.iq/article_178566.html.

KUMAR, A. y UMESH, E., 2018. Assessment of Cement Handling Behaviour For Selected Construction Sites of Bhatbhateni Supermarket. *Journal of Advanced Research in Construction and Urban Architecture* [en línea], vol. 3, no. 3, pp. 1-11. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Anjay-Mishra/publication/327797165_Assessment_of_Cement_Handling_Behaviour_For_Selected_Construction_Sites_of_Bhatbhateni_Supermarket/links/5ba4e3df92851ca9ed1b1855/Assessment-of-Cement-Handling-Behaviour-For-Selected-.

KUMAR, G.S. y PRAKASH, P.V.S., 2020. Design of Flexible and Rigid Pavements By Various Methods. *International Journal of Advance Scientific Research and Engineering Trends* [en línea], vol. 5, no. 8, pp. 1-7. Disponible en: https://www.ijasret.com/VolumeArticles/FullTextPDF/523_22.DESIGN_OF_FL EXIBLE_AND_RIGID__PAVEMENTS_BY_VARIOUS_METHODS.pdf.

LARICO, A. y SUNI, I., 2024. *Evaluación de las propiedades del concreto para pavimentos rígidos usando cemento con diferentes edades de expiración*, Av. Ferrocarril, Juliaca 2023. S.l.: Universidad César Vallejo.

LOZADA, J., 2016. Investigación Aplicada : Definición , Propiedad Intelectual e Industria. *Cienciaamérica* [en línea], vol. 1, no. 3, pp. 34-39. Disponible en: <https://bit.ly/3FY11Cu>.

MATALKAH, F. y SOROUSHIAN, P., 2019. Shelf life of alkali activated cement: Effects of storage condition and duration. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 222, pp. 664-672. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.06.193. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.193>.

- MEDDAH, A., CHIKOUCHE, M.A., YAHIA, M., DEGHEFEL, M. y BEDDAR, M., 2022. The Efficiency of Recycling Expired Cement Waste in Cement Manufacturing: a Sustainable Construction Material. *Circular Economy and Sustainability* [en línea], vol. 2, no. 3, pp. 1213-1224. ISSN 2730-597X. DOI 10.1007/s43615-022-00161-1. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s43615-022-00161-1>.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC), 2014. *MANUAL DE CARRETERAS MTC - Peru (Actual) Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos .pdf* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3tPC1sr>.
- MOTA, R.M., SILVA, A.S., RAMOS, V.H.S., REZENDE, J.C.T. y JESUS, E. de, 2020. Effects of storage temperature and time on false setting behavior of CPI-S Portland cement. *Cerâmica* [en línea], vol. 66, no. 379, pp. 321-329. ISSN 1678-4553. DOI 10.1590/0366-69132020663792842. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132020000300321&tIng=en.
- MOUSALLI-KAYAT, G., 2015. Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa. *Mérida* [en línea], no. June, pp. 1-39. DOI 10.13140/RG.2.1.2633.9446. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/303895876>.
- NATALLI, J.F., THOMAZ, E.C.S., MENDES, J.C. y PEIXOTO, R.A.F., 2021. A review on the evolution of Portland cement and chemical admixtures in Brazil. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais* [en línea], vol. 14, no. 6, pp. 1-18. ISSN 1983-4195. DOI 10.1590/s1983-41952021000600003. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952021000600210&tIng=en.
- NTP 334.009, 2020. Ntp 334.009 2020 Cemento Portland Requisitos. *Diario oficial* [en línea], pp. 12. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-de-urgencia-que-establece-medidas-excepcionales-y-te-decreto-de-urgencia-n-090-2020-1874820-3>.
- OBI, L.E., 2020. Investigation of the Setting Time and Tensile Strength of Prevalent Cement Brands in the Nigerian Construction Domain. *Journal of Research in*

Cement & Concrete Technology [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 1-11. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Cr-Subscription/publication/351692642_Investigation_of_the_Setting_Time_and_Tensile_Strength_of_Prevalent_Cement_Brands_in_the_Nigerian_Construction_Domain/links/60a5058492851c43da3d6531/Investigation-of-the-Setting-Ti.

OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 227-232. ISSN 07179502. DOI 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible en: <https://bit.ly/36A1AVQ>.

OYOLA, A.E., 2021. La variable. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo* [en línea], vol. 14, no. 1, pp. 90-93. ISSN 2227-4731. DOI 10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905. Disponible en: <http://cmhnaaa.org.pe/ojs/index.php/rcmhnaaa/article/view/905>.

RAMGE, P., SCHMIDT, W. y KÜHNE, H.-C., 2013. Effect of the storage of cement on early properties of cementitious systems. *Advances in Cement and Concrete Technology in Africa* [en línea], no. January. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/264052338>.

ROCHA, S., GONÇALVES, C. y MAIA, L., 2022. Cement After Expiry Date: Effect in the Concrete Properties. *Lecture Notes in Civil Engineering* [en línea]. S.l.: s.n., pp. 97-103. ISBN 9783030962012. Disponible en: https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-96202-9_8.

ROMANO, R.C.O., CINCOTTO, M.A. y PILEGGI, R.G., 2018. Hardening phenomenon of Portland cement suspensions monitored by Vicat test, isothermal calorimetry and oscillatory rheometry. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais* [en línea], vol. 11, no. 5, pp. 949-959. ISSN 1983-4195. DOI 10.1590/s1983-41952018000500003. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952018000500949&lng=en&tlng=en.

SÁNCHEZ, H., REYES, C. y MEJÍA, K., 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* [en línea]. S.l.: Universidad Ricardo

Palma. ISBN 9786124735141. Disponible en: <https://bit.ly/3qt0X6u>.

SKJONG, R. y WENTWORTH, B.H., 2014. Expert Judgment and Risk Perception Expert Judgment and Risk Perception. *Proceedings of the Eleventh* [en línea], vol. 4, no. 537-545. Disponible en: <https://bit.ly/3Dv3S4l>.

SYARIF, M., KIRGIZ, M.S., GALDINO, A.G. de S., NAGGAR, M.H. EI, MIRZA, J., KHATIB, J., KENAI, S., NEHDI, M., KINUTHIA, J., KHITAB, A., THOMAS, C., GOBINATH, R., HASSAN, M.I.U., WU, Y.K., ASHTEYAT, A., SOLIMAN, A., MUTHUSAMY, K., JANARDHANAN, T., TAGBOR, T.A., NGUYEN, T.A., BHEEL, N., KUMBHALKAR, M.A. y TIWARY, C.S., 2021. Development and assessment of cement and concrete made of the burning of quinary by-product. *Journal of Materials Research and Technology* [en línea], vol. 15, pp. 3708-3721. ISSN 22387854. DOI 10.1016/j.jmrt.2021.09.140. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2238785421011285>.

UMNIATI, B.S., RISDANARENI, P. y ZEIN, F.T.Z., 2017. Workability enhancement of geopolymers concrete through the use of retarder. *AIP Conference Proceedings* [en línea]. S.l.: s.n., pp. 020033. ISBN 9780735415706. DOI 10.1063/1.5003516. Disponible en: <https://pubs.aip.org/aip/acp/article/773758>.

VU, C.C., PLÉ, O., WEISS, J. y AMITRANO, D., 2020. Revisiting the concept of characteristic compressive strength of concrete. *Construction and Building Materials*, vol. 263. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.120126.

WAGHMARE, J.D., PATIL, S.S., PATIL, S.M. y MASKE, M., 2021. Study and Review of Properties and Applications of Portland Pozzolana Cement. *ASEAN Journal of Science and Engineering* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 13-18. ISSN 2776-5938. DOI 10.17509/ajse.v1i1.37980. Disponible en: <https://ejournal.upi.edu/index.php/AJSE/article/view/37980>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE			
La mala gestión en el almacenamiento y distribución de los materiales de construcción genera la caducidad del cemento. Los cementos caducados plantean problemas significativos en la construcción, ya que pueden experimentar una pérdida de resistencia, cambios en su composición química, dificultades de adherencia, mayor permeabilidad y problemas de retracción. ¿De qué manera influye el periodo de almacenamiento sobre las propiedades del cemento Portland tipo IP empleado para pavimentos rígidos, Juliaca 2023?	Analizar las propiedades del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023	El uso de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría las propiedades del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023	Periodo de almacenamiento	tiempo de caducidad	30 días	Ficha de observación
					60 días	
					90 días	
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Con el tiempo, el cemento puede perder parte de su plasticidad y capacidad de retener agua, lo que resulta en una menor trabajabilidad de la mezcla. Esto puede hacer que sea más difícil lograr la consistencia normal. ¿Cómo influye el periodo de almacenamiento en la consistencia normal del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?	Determinar la influencia del periodo de almacenamiento sobre la consistencia normal del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023	El empleo de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría la consistencia normal del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023.	Propiedades del cemento Portland tipo IP	Propiedades físicas	Consistencia normal del cemento (%)	ASTM C 187 (Aparato Vicat)
Debido a que la ciudad de Juliaca presenta un clima frío, un fraguado lento podría ocasionar daños por congelación. El cemento caducado tiene dificultades para fraguar y endurecer correctamente en el tiempo deseado, lo que resulta en una menor resistencia temprana y una menor rigidez inicial. ¿De qué forma influye el periodo de almacenamiento en el tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?	Determinar la influencia del periodo de almacenamiento sobre el tiempo de fraguado del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023	El empleo de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados elevaría el tiempo de fraguado del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023.			Tiempo de fraguado (min)	ASTM C 191 (Aguja Vicat)
La finura del cemento afecta directamente la trabajabilidad del concreto fresco. Si el cemento ha perdido finura debido a la caducidad, la dispersión adecuada en la mezcla de concreto puede ser más difícil de lograr. Esto puede afectar la facilidad con la que se puede colocar y manipular el concreto durante la construcción. ¿Cómo influye el periodo de almacenamiento en la finura del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?	Analizar la finura del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023	El uso de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría la finura del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023.			Finura del cemento (%)	ASTM C 204 (Tamiz N° 325)
Con el envejecimiento, los cementos tienden a perder parte de su resistencia inicial. Esto se debe a la reacción química continua que ocurre en el cemento, incluso después de su fabricación. A medida que pasa el tiempo, esta reacción causa una disminución en la resistencia del cemento. ¿Cómo influye el periodo de almacenamiento en la resistencia a la compresión del cemento Portland tipo IP empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?	Analizar la resistencia a la compresión del cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023	El uso de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría la resistencia a la compresión del cemento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023.			Presión de mortero (resistencia a la compresión del cemento) (MPa)	ASTM C109 (Máquina de ensayo a compresión)
El cemento vencido puede comprometer la resistencia del pavimento de concreto, lo que podría necesitar un aumento en el espesor de la losa para mantener su durabilidad. ¿Cómo influye el periodo de almacenamiento del cemento Portland tipo IP en el módulo de elasticidad del concreto empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023?	Determinar el módulo elástico del concreto elaborado con cemento Portland tipo IP con diferentes periodos de almacenamiento empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023	El uso de cemento Portland tipo IP con periodos de almacenamiento prolongados reduciría el módulo de elasticidad del concreto empleado en pavimentos rígidos, Juliaca 2023.	Espesor de losa del concreto	Resistencia a la compresión del concreto	Módulo de elasticidad del concreto (kg/cm ²)	MTC E 704

Anexo 2. Tabla de operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Periodo de almacenamiento	El periodo de almacenamiento del cemento representa el lapso en el cual el material conserva sus cualidades de fraguado y resistencia si se guarda en condiciones óptimas antes de su empleo. Este lapso varía según el tipo de cemento, con el cemento Portland manteniendo sus propiedades por meses o años en un entorno seco y fresco. Sin embargo, la exposición a la humedad o cambios de temperatura puede provocar aglomeración o solidificación, afectando su capacidad de mezcla y fraguado. Es crucial adherirse a las indicaciones del fabricante y emplear el cemento dentro de su periodo recomendado para asegurar su eficacia y calidad en proyectos constructivos (Holcim, 2022).	La variable periodo de almacenamiento será medido mediante su dimensión tiempo de caducidad, en la que para la investigación se empleará cemento caducado de 30, 60 y 90 días con el fin de medir sus propiedades.	Tiempo de caducidad	30 días 60 días 90 días	Razón
Propiedades del cemento Portland tipo IP	Las propiedades del cemento engloban sus características químicas, físicas y mecánicas esenciales para su rendimiento en la construcción, incluye aspectos como su resistencia a la compresión, fraguado, capacidad de adherencia, durabilidad, densidad y composición química, compuesta por elementos como silicatos, aluminatos y óxidos de calcio. Estas cualidades definen su capacidad para soportar cargas, su tiempo de fraguado, la habilidad de unirse a otros materiales, su resistencia a factores ambientales y su estructura molecular (Giordani y Leone, 2010).	La variable propiedades del cemento con diferente tiempo de caducidad serán medidas mediante sus dimensiones propiedades físicas y mecánicas; para lo cual se realizarán los ensayos de tiempo de fraguado, consistencia normal, finura y resistencia a la compresión del cemento.	Propiedades físicas Propiedades mecánicas	Tiempo de fraguado (min) Consistencia normal (%) Finura (%) Resistencia a la compresión (MPa)	Razón
Espesor de losa del concreto	De acuerdo a Vu et al. (2020) la resistencia a la compresión del concreto es su capacidad para resistir fuerzas de compresión, es decir, la capacidad de soportar cargas que tienden a aplastar o comprimir el material. Se determina midiendo la carga máxima que puede soportar un cilindro o cubo de concreto antes de fallar bajo compresión. Esta característica es esencial para evaluar la idoneidad del concreto en aplicaciones estructurales, como cimientos, columnas, vigas y losas, donde se necesita una resistencia adecuada para resistir cargas verticales.	La variable espesor de la losa de concreto es medida mediante su dimensión de resistencia a la compresión del concreto, para lo cual se empleará ecuaciones de correlación para obtener el módulo de elasticidad del concreto.	Resistencia a la compresión del concreto	Módulo de elasticidad del concreto (kg/cm ²)	Razón

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



INFORME DE ENSAYO
COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO
HIDRAULICO

NTP 334.051-2006, MTC E 609

Código
 Versión
 Aprobado

DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 **CODIGO CLIENTE:**
UBICACIÓN: **REGISTRO:**
SOLICITANTES: **FECHA DE ROTURA:**

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: **CANT. MUESTRAS:**
DESCRIPCIÓN: **DIMENSIONES:**
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO:
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO:

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
PROMEDIO											
DESC. ESTANDAR											
COEF. DE VARIACIÓN											

RESISTENCIA C

Muest

FORMULA: $C = \frac{W}{A}$

DONDE:
 C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
 W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
 A = Promedio del área bruta en mm²

1N = 0.1019 kg 1Lb = 4.448 1Lb = 4.448 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N 1MPa = 10.19 kg/cm²

3.- OBSERVACIONES



INFORME DE ENSAYO
**TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO
(METODO DE VICAT)**
MTC E 606:2016, NTP 334.006:2003

Código
Versión
Aprobado

DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN:
SOLICITANTES:
CODIGO CLIENTE:
REGISTRO:
FECHA DE EMISIÓN:

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MUESTRA:
DESCRIPCIÓN: FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO :
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO :
FECHA DE ENSAYO :
HORA DE INICIO DE ENSAYO :

2.- TIEMPO DE FRAGUADO

LECTURA NRO.	FECHA	HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (h:min)	PENETRACIÓN (mm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							

TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI): min. hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFE): min. hrs:min

3.- OBSERVACIONES



**TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO
(METODO DE VICAT)**
MTC E 606:2016, NTP 334.006:2003

Código
Versión
Aprobado

DATOS GENERALES

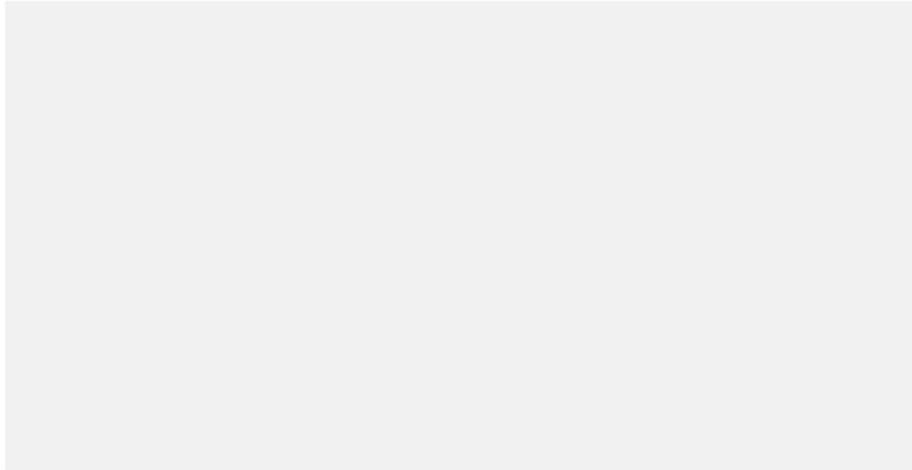
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN:
SOLICITANTES:

CODIGO CLIENTE:
REGISTRO:
FECHA DE EMISIÓN:

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL:	MUESTRA:
DESCRIPCIÓN:	FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO :
	FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO :
	FECHA DE ENSAYO :
	HORA DE INICIO DE ENSAYO :

2.- GRAFICO DE TIEMPO DE FRAGUADO



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI):	min.	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF):	min.	hrs:min

3.- OBSERVACIONES



INFORME DE ENSAYO
CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO
MTC E 605:2016 Y NTP 334.006

Código
Versión
Aprobado

DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO
EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023

UBICACIÓN : JULIACA - PUNO

REGISTRO :

SOLICITANTES:

FECHA DE EMISIÓN :

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL:

FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO :

DESCRIPCIÓN:

FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO :

FECHA DE ENSAYO:

CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº TARA	ID		
PESO TARA + CEMENTO + AGUA	(g)		
PESO TARA + CEMENTO	(g)		
PESO DE AGUA	(g)		
PESO DE LA TARA	(g)		
PESO DEL CEMENTO	(g)		
PORCENTAJE DE AGUA	(%)		
PENETRACIÓN			

PORCENTAJE DE AGUA REQUERIDO PARA OBTENER UNA PASTA
DE CONSISTENCIA NORMAL

PORCENTAJE DE AGUA (%)	
------------------------	--

OBSERVACIONES



INFORME DE ENSAYO
**FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DE LA
MALLA N° 200**
MTC E 604:2016, ASTM C 184 - 94 Y AASHTO T 128 -92

Código
Versión
Aprobado

DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO
EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : REGISTRO :
SOLICITANTES: FECHA DE EMISIÓN :

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO :
DESCRIPCIÓN: FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO :
FECHA DE ENSAYO:

FINURA DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID		
PESO TARA + CEMENTO	(g)		
PESO DE LA TARA	(g)		
PESO DEL CEMENTO	(g)		
PESO DEL CEMENTO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200 (R)	(g)		
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200	(%)		
PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N° 200	(%)		

**FINURA DEL CEMENTO EXPRESADO COMO PORCENTAJE EN PESO
DEL RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N° 200**

FINURA - RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N. 200 (%)	
FINURA - PASA NTE DEL TAMIZ N- 200 (%)	

OBSERVACIONES



ENSAYO DE ROTURAS DE PROBETAS DE CONCRETO

Tesis :

Solicitante :

Lugar :

Fecha :

Nº	Descripción de la muestra	Carga	Carga	Diámetro	Área	Esf. rotura	f'c	FECHA	FECHA	EDAD	%

OBSERVACIONES

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

Anexo 4. Validación de instrumentos de recolección de datos

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo Alberth Ysidro Quispe Bustiza CIP N° 151300 como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023”

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

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

VALORACION TOTAL	40
------------------	----

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40


 Alberth Ysidro Quispe Bustiza
INGENIERO CIVIL
CIP 151300

Juliaca, 31 de octubre del 2023

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo **TICONA QUISPE JOHN DARWIN** CIP N° **167739** como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023”

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

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					X
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

VALORACION TOTAL	37
-------------------------	-----------

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 - 20	21 - 30	31 - 36	37 - 40




Juliaca, 31 de octubre del 2023

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo Dheivis Yury Jara Vilca CIP N° 210662 como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023”

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

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

VALORACION TOTAL	37
-------------------------	-----------

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40



CONGECOMAT S.R.L.
 Dheivis Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 210662

Juliaca, 31 de octubre del 2023

Anexo 5. Diseño AASHTO del pavimento rígido



DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023
TESISTAS:	Paricahua Laura, Paul Thony / Velarde Vilca, Mauro

MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 15}\right)}{1 + \frac{1624 \times D^0.75}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \log_{10}\left[\frac{S_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}})} \right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S _c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
C _d	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
E _c	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.



La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb /pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del periodo de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's (W18) =	2,290,334.00
ESAL's (W18) =	2.29E+06



2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

Gráfico 2.4.2
Niveles recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Combinado (So) Para una vida útil de 20 años

Tipo de Pavimento	Nivel de Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Combinado (So)
Carreteras y Vías Urbanas Principales	90%	0.30
	85%	0.35
	80%	0.40
	75%	0.45
Vías Urbanas Secundarias	85%	0.35
	80%	0.40
	75%	0.45
	70%	0.50

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 85.00 \%$$

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -1.036$$

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.300$$

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASHTO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.



Cuadro 3.4.4
Índice de Serviciabilidad Inicial (PSI)
Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (P_t)
Diferencial de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico

Tipo de Carretera	Traffic	Rango de Serviciabilidad	Índice de Serviciabilidad Inicial (PSI)	Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (P _t)	Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI)
Carretera de Rápido Tránsito	T ₁	100.001 - 30.000	4.0	2.0	2.0
	T ₂	30.001 - 50.000	4.0	2.0	2.0
	T ₃	50.001 - 75.000	4.0	2.0	2.0
	T ₄	75.001 - 1.000.000	4.0	2.0	2.0
Carretera de Mediano Tránsito	T ₁	100.001 - 1.000.000	4.0	2.0	2.0
	T ₂	1.000.001 - 2.000.000	4.0	2.0	2.0
	T ₃	2.000.001 - 7.000.000	4.0	2.0	2.0
	T ₄	7.000.001 - 20.000.000	4.0	2.0	2.0
Carretera de Bajas Velocidades	T ₁	100.001 - 10.000.000	4.0	2.0	2.0
	T ₂	10.000.001 - 50.000.000	4.0	2.0	2.0
	T ₃	50.000.001 - 100.000.000	4.0	2.0	2.0
	T ₄	100.000.001 - 1.000.000.000	4.0	2.0	2.0

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

P_o = 4.3

P_t = 2.5

Δ PSI = P_o - P_t

Δ PSI = 1.80

5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar F'c = 296.09 Kg/cm²

S'c = 301.59

-164.07

TIPO DE PAVIMENTO	S'c RECOMENDADO
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

S'c = 550.633 P_{si}

6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 30% durante un año normal de precipitaciones.

Cd = 0.9

7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos en Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

J = 3.2



8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$$f'c = \text{Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm}^2\text{)} = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ec = 5500 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En MPa)}$$

$$Ec = 17000 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En Kg/cm}^2\text{)}$$

$$Ec = 17000 \times (296.09)^{1/2} \quad Ec = \quad 292,523.52 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$Ec = \quad 4160661.489 \quad \text{Psj}$$

9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = \quad 6.00 \quad \%$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = \quad 43.40294065$$

10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Zr \times So + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D)^{0.75} - 1.132}{215.63 \times J \times (D)^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{Ec}{k}\right)^{0.25}}}\right]$$



Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

D = 9.367 in

$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 =$ **6.731 ... Ecuación I**

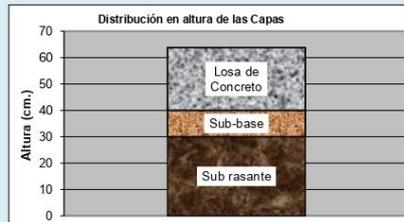
$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 15}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S' \propto G_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}\right] =$$
 6.731 ... Ecuación II

Espesor de la Losa de Concreto **D = 23.79 Cm**

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidráulico	e=	9.367	23.79
Sub-Base Granular	e=	4 in =	10



6.- ANEXOS

A-1. Formatos de Aforo vehicular

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS", 2da. Edición 2001 Ing. Alfonso Montejo Fonseca, Universidad Católica de Colombia.
2. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS HABILITACIONES URBANAS, COMPONENTES ESTRUCTURALES"
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES III SEMINARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y NORMATIVIDAD VIAL. "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO" Ing. Samuel Mora Q. FIC-UNIASOCEM



DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023
ORGANISMO PROPONENTE:	Paricahua Laura, Paul Thony / Velarde Vilca, Mauro

MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASTHO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASTHO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(WB) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-15}\right)}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S^c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E/k)^{0.25}})}\right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Z _r	= Desviación Estándar Normal
S _o	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
P _o	= Serviciabilidad Inicial
P _t	= Serviciabilidad Final
S ^c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
C _d	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
E _c	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg².

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$



Donde:

Tn = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

To = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	2.290.334.00
ESAL's(W18) =	2.29E+06



2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

Tabla 14.4
Módulo estadístico de Nivel de Confiabilidad (R)
y Desviación Estándar (Zr) para una vida útil de 30 años
según el tipo de tráfico

Nivel de Confiabilidad (R)	Desviación Estándar (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

R (%) = 85.00 %

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr):

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

Zr = -1.036

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

So = 0.300

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.



Cuadro 3.4.4
Índice de Serviciabilidad Inicial (SI)
Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (SF)
Diferencial de Serviciabilidad Según Estado de Tráfico

Tiempo Corrido	Estado	Estado de Servicio	Índice de Serviciabilidad Inicial (SI)	Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (SF)	Diferencial de Serviciabilidad (SI-SF)
Control de flujo	SI	100-000	4.0	2.0	2.0
	SII	000-000	3.0	2.0	1.0
	SIII	000-000	2.0	2.0	0.0
Ventilación	SI	100-000	4.0	2.0	2.0
	SII	000-000	3.0	2.0	1.0
	SIII	000-000	2.0	2.0	0.0
Estado de Carretera	SI	100-000	4.0	2.0	2.0
	SII	000-000	3.0	2.0	1.0
	SIII	000-000	2.0	2.0	0.0

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Maló
0	Intransitable

Entonces:

$P_0 = 4.3$

$P_t = 2.5$

$\Delta PSI = P_0 - P_t$

$\Delta PSI = 1.80$

5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar

$F'c = 272.72 \text{ Kg/cm}^2$

$S'c = 528.456 \text{ Psi}$

-157.14

TIPO DE PAVIMENTO

S'c RECOMENDADO

TIPO DE PAVIMENTO	S'c RECOMENDADO
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$S'c = 528.456 \text{ Psi}$

6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 30% durante un año normal de precipitaciones.

$Cd = 0.9$

7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos en Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$J = 3.2$



8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

f'_c = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²) = 210 Kg/cm²

$E_c = 5500 \times (f'_c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 17000 \times (f'_c)^{1/2}$ (En Kg/cm²)

$$E_c = 17000 \times (210)^{1/2} \quad E_c = 280.742.02 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$E_c = 3993089.157 \quad \text{Psi}$$

9. MODULO DE REACCION DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10$$

CBR sub rasante = 6.00 %

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = 43.40294065$$

10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la fórmula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W'18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{S'_c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})} \right]$$



Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

D = 9.557 in

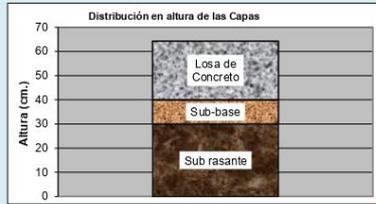
$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.731 \dots \text{Ecuación I}$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S' \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}\right)}\right] = 6.731 \dots \text{Ecuación II}$$

Espesor de la Losa de Concreto **D = 24.27 Cm**

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO		
Losa de C° Hidráulico	e=	9.557 24.27
Sub-Base Granular	e=	4 in= 10



6.- ANEXOS

A-1. Formatos de Aforo vehicular

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS", 2da. Edición 2001 Ing. Alfonso Montejo Fonseca, Universidad Católica de Colombia.
2. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS HABILITACIONES URBANAS, COMPONENTES ESTRUCTURALES"
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES III SEMINARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y NORMATIVIDAD VIAL. "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO" Ing. Samuel Mora Q. FIC-UNI ASOCEM



DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023
ORGANISMO PROPONENTE:	Paricahua Laura, Paul Thony / Velarde Vilca, Mauro

MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASTHO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASTHO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(WB) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 15}\right)}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[\frac{S'_c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right)} \right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb/pulg2.

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_0 (1 + r)^n - 1$$



$$I_n = I_o (1 + i)^n$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el período de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	2,290,334.00
ESAL's(W18) =	2.29E+06



2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

Tabla 10.4
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R)
y Factores de Corrección (C) para Pavimentos rígidos de 30 cm de espesor

Nivel de Confiabilidad	Nivel de Confiabilidad	Nivel de Confiabilidad	Nivel de Confiabilidad
90%	85%	80%	75%
70%	65%	55%	50%

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

R (%) = 85.00 %

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr):

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

Zr = -1.036

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

So = 0.300

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad Inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.



Cuadro 3.4.4
Índice de Servicio/Índice (SI)
Índice de Servicio/Índice Pavedo o Terminal (PI)
Potencial de Durabilidad/Índice Potencial de Vida

Tipo de Carretera	Tamaño	Requisitos mínimos asumidos	Índice de Servicio/Índice (SI)	Índice de Servicio/Índice Pavedo o Terminal (PI)	Diferencia de Servicio/Índice (PSI)
Carretera de Baja Tráfico	Ta	100.000	3.000.000	4.00	1.00
	Tb	200.000	3.000.000	4.00	1.00
	Tc	400.000	3.000.000	4.00	1.00
	Td	800.000	3.000.000	4.00	1.00
Carretera de Mediana Tráfico	Ta	1.000.000	1.000.000	4.00	1.00
	Tb	2.000.000	1.000.000	4.00	1.00
	Tc	4.000.000	1.000.000	4.00	1.00
	Td	8.000.000	1.000.000	4.00	1.00
Carretera de Alta Tráfico	Ta	10.000.000	1.000.000	4.00	1.00
	Tb	20.000.000	1.000.000	4.00	1.00
	Tc	40.000.000	1.000.000	4.00	1.00
	Td	80.000.000	1.000.000	4.00	1.00

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_0 = 4.3$$

$$P_T = 2.5$$

$$\Delta PSI = P_0 - P_T$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar $F'c = 263.83 \text{ Kg/cm}^2$

$$S'c = 82(F'c)^{0.67}$$

-154.43

TIPO DE PAVIMENTO	S'c RECOMENDADO
	Psi
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$$S'c = 519.771 \text{ Psi}$$

6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 30% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 0.9$$

7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos en Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- SopORTE lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$$J = 3.2$$



8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec)

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$$f'c = \text{Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm}^2\text{)} = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ec = 5500 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En MPa)}$$

$$Ec = 17000 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En Kg/cm}^2\text{)}$$

$$Ec = 17000 \times (263.83)^{1/2} \quad Ec = \quad 276,128.36 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$Ec = \quad 3927467.517 \quad \text{Psi}$$

9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de "K" a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = \quad 6.00 \quad \%$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = \quad 43.40294065$$

10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Zr \times So + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pr) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 - \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right]$$



Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

D = 9.637 in

$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 =$ **6.731 ... Ecuación I**

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

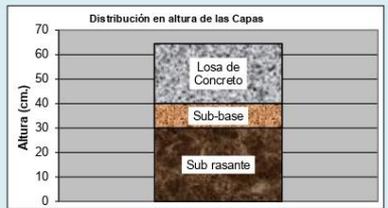
$$+ (4.22 - 0.32 \times Ft) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S' \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}\right)}\right] =$$
 6.731 ... Ecuación II

Espesor de la Losa de Concreto

D = 24.48 cm

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de Cº Hidráulico	e=	9.637	24.48
Sub-Base Granular	e=	4 in =	10



6.- ANEXOS

A-1. Formatos de Aforo vehicular

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS", 2da. Edición 2001 Ing. Alfonso Montejo Fonseca, Universidad Católica de Colombia.
2. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS HABILITACIONES URBANAS. COMPONENTES ESTRUCTURALES"
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES III SEMINARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y NORMATIVIDAD VIAL. "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO" Ing. Samuel Mora Q. FIC-UNI ASOCEM



DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO:	Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023
ORGANISMO PROPONENTE:	Paricahua Laura, Paul Thony / Velarde Vilca, Mauro

MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASTHO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASTHO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(WB) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-15}\right)}{1 + \frac{1624 \times D^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
ΔPSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

VARIABLES DEL DISEÑO

ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

1.- ESTUDIO DE TRANSITO

1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg2.

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$



Donde:

Tn = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

To = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

1.2.- Determinación del tránsito existente.

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18) =	2,290,334.00
ESAL's(W18) =	2.29E+06



2. CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

Tabla 4.1.3
Niveles recomendados de Nivel de Confiabilidad (R)
y Factores de Corrección (C₁) para pavimentos rígidos de 18 cm
de espesor (AASHTO, 1993)

Nivel de Servicio	Nivel de Confiabilidad (R)	Factor de Corrección (C ₁)
Autopistas	90%	1.00
Carreteras	75%	1.00
Rurales	65%	1.00
Zonas industriales	60%	1.00
Urbanas principales	55%	1.00
Urbanas secundarias	50%	1.00

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

R (%) = 85.00 %

2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr):

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

Zr = -1.036

2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

So = 0.300

4. SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASHTO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.



Cuadro 3.4.4
Índice de Servicio Inicial (PSI)
Escala de Servicio Inicial (PSI) a Pavimento (S_i)
Diferencial de Servicio Inicial Según Rango de Tráfico

Tipo de Carretera	Trafico	Existencia de Aduanas	Ingreso Mensualizado (Miles \$)	Saturación de Faltas y Tránsito (PSI)	Diferencial de Servicio Inicial (PSI)
Carretera de Ruta	T ₁	0-20.000	< 0	1,00	2,0
	T ₂	20.000-50.000	< 0	1,00	2,0
	T ₃	50.000-100.000	< 0	1,00	2,0
	T ₄	100.000-200.000	< 0	1,00	2,0
	T ₅	200.000-500.000	< 0	1,00	2,0
Ruta de Comercio	T ₁	0-20.000	0-20	1,00	1,0
	T ₂	20.000-50.000	0-20	1,00	1,0
	T ₃	50.000-100.000	0-20	1,00	1,0
	T ₄	100.000-200.000	0-20	1,00	1,0
	T ₅	200.000-500.000	0-20	1,00	1,0

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_o = 4.3$$

$$P_T = 2.5$$

$$\Delta PSI = P_o - P_T$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

5. MÓDULO DE RUPTURA (S_c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S_c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Concreto a Utilizar $F'c = 257.26 \text{ Kg/cm}^2$ $S'c = 30(F'c)$ -152.39

TIPO DE PAVIMENTO	S'c RECOMENDADO
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$$S'c = 513.258 \text{ Psi}$$

6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 30% durante un año normal de precipitaciones.

$$C_d = 0.9$$

7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos en Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

La AASTHO recomienda un valor de 3.2 para pavimentos rígidos

$$J = 3.2$$



8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec)

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$$f'c = \text{Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm}^2\text{)} = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Ec = 5500 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En MPa)}$$

$$Ec = 17000 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En Kg/cm}^2\text{)}$$

$$Ec = 17000 \times (257.26)^{1/2} \quad Ec = \quad 272,668.55 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$Ec = \quad 3878257.542 \quad \text{Psi}$$

9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de "K" a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por ASSHTO las expresiones siguientes:

$$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{3.34} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = \quad 6.00 \quad \%$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = \quad 43.40294065$$

10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/k)^{0.25}})}\right]$$



Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

$$D = 9.696 \text{ in}$$

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 =$$

$$6.731 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Ft) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S' \times \alpha \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}\right)}\right] =$$

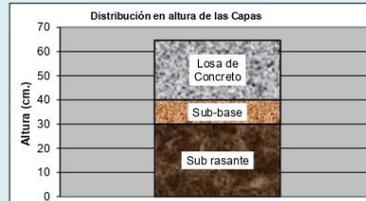
$$6.731 \dots \text{Ecuación II}$$

Espesor de la Losa de Concreto

$$D = 24.63 \text{ cm}$$

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Losa de C° Hidráulico	e= 10.64 in	24.63
Sub-Base Granular	e= 4 in =	10



6.- ANEXOS

A-1. Formatos de Aforo vehicular

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS", 2da. Edición 2001 Ing. Alfonso Montejo Fonseca, Universidad Católica de Colombia.
2. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS HABILITACIONES URBANAS, COMPONENTES ESTRUCTURALES"
3. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES III SEMINARIO NACIONAL DE GESTIÓN Y NORMATIVIDAD VIAL. "PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO" Ing. Samuel Mora Q. FIC-UNI ASOCEM

**ENSAYOS
DE AGREGADO
Y MATERIALES**

POS.325.001

**ANÁLISIS DE LAS
PROPIEDADES DEL
CEMENTO PORTLAND TIPO
IP CON DIFERENTE
PERIODO DE
ALMACENAMIENTO
EMPLEADO PARA
PAVIMENTOS RÍGIDOS,
JULIACA 2023**



2024

PUNO - PERÚ

EXPEDIENTE DE RESULTADOS

POS.325.001

CLIENTE : BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY

BACH. VELARDE VILCA, MAURO

N.º CLIENTE : 325

FECHA DE EMISIÓN : 20-03-2024

DE EXPEDIENTE

FECHA DE ENSAYOS : Descrito en los certificados

OBRA

: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL
CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON
DIFERENTE PERIODO DE
ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA
PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023

DISTRITO : JULIACA

PROVINCIA : SAN ROMÁN

DEPARTAMENTO : PUNO


Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 210662



**ANÁLISIS DE LAS
PROPIEDADES DEL
CEMENTO PORTLAND
TIPO IP CON DIFERENTE
PERIODO DE
ALMACENAMIENTO
EMPLEADO PARA
PAVIMENTOS RIGIDOS,
JULIACA 2023**

**PUNO - PERÚ
2024**

CERTIFICADOS DE ENSAYOS

DATOS GENERALES

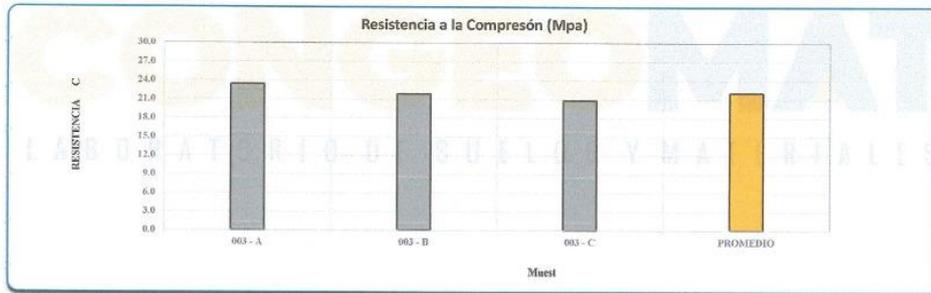
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E- 003-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
FECHA DE ROTURA: 18-feb-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
DESCRIPCIÓN: CEMENTO AUN NO VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 02-feb-24
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 02-may-24

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
003 - A	MORTERIO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO AUN NO VENCIDO)	11-02-24	18-02-24	7	51.3	51.4	2,637	61,825	6,300	238.9	23.4
003 - B					50.5	50.5	2,550	55,545	5,660	222.0	21.8
003 - C					51.3	50.7	2,601	53,974	5,500	211.5	20.8
PROMEDIO										224.1	22.0
DESC. ESTANDAR										13.8	1.3
COEF. DE VARIACIÓN										0.1	0.1



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.44E 1Lb = 4.44E 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhcevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

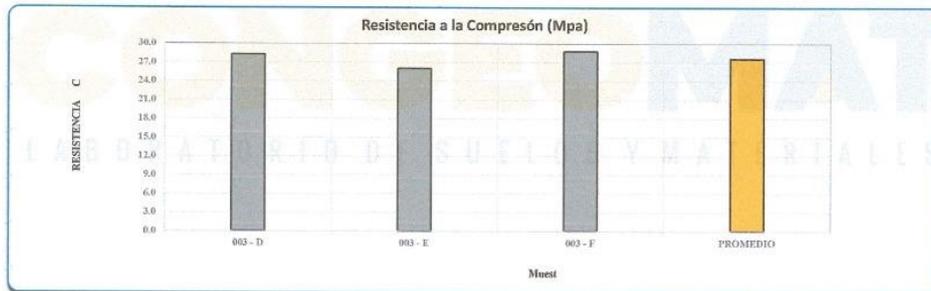
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
 UBICACIÓN: JULIACA - PUNO REGISTRO: E- 003-24
 SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY FECHA DE ROTURA: 25-feb-24
 BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
 DESCRIPCIÓN: CEMENTO AUN NO VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
 FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 02-feb-24
 FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 02-may-24

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
003 - D	MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO AUN NO VENCIDO)	11-02-24	25-02-24	14	51.4	51.6	2,852	74,681	7,610	287.0	28.2
003 - E					51.4	51.7	2,857	69,087	7,040	265.0	26.0
003 - F					50.6	51.5	2,806	74,779	7,620	292.4	28.7
PROMEDIO										281.6	27.6
DESC. ESTANDAR										14.5	1.4
COEF. DE VARIACIÓN										0.1	0.1



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.448 N 1Lb = 4.448 N 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
 W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
 A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.

 John Percy Paricahua Tintaya
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

 Dhevis Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
 Telf.: (051) 405295
 Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
 RUC:20606413263



DATOS GENERALES

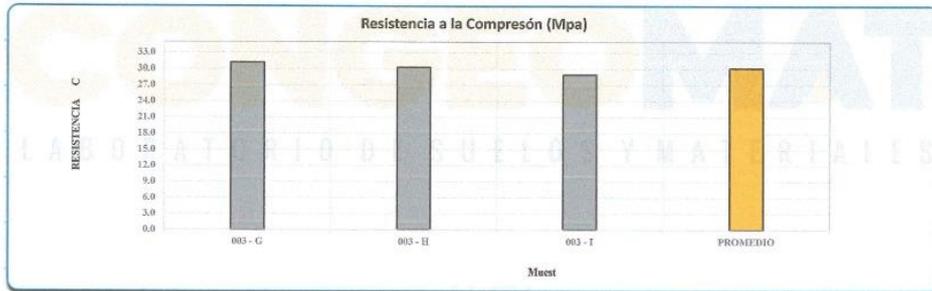
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E - 003-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
FECHA DE ROTURA: 10-mar-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
DESCRIPCIÓN: CEMENTO AUN NO VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 02-feb-24
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 02-may-24

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
003 - G	MORTERIO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO AUN NO VENCIDO)	11-02-24	10-03-24	28	51,7	51,0	2,637	82,336	8,390	318,2	31,2
003 - H					51,6	51,4	2,652	80,471	8,200	309,2	30,3
003 - I					51,5	50,3	2,590	74,877	7,630	294,6	28,9
PROMEDIO										307,3	30,1
DESC. ESTANDAR										11,9	1,2
COEF. DE VARIACIÓN										0,0	0,0



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.448 1Lb = 4.448 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

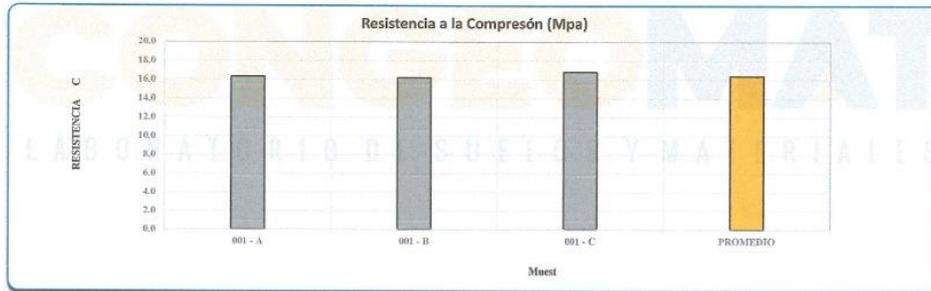
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E- 001-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY FECHA DE ROTURA: 15-feb-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 30 DIAS DE VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 11-oct-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 09-ene-24

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
001 - A	MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 30 DIAS DE VENCIDO)	08-02-24	15-02-24	7	51.5	51.5	2,652	43,180	4,400	165.9	16.3
001 - B					51.3	50.8	2,606	42,198	4,300	165.0	16.2
001 - C					51.4	51.5	2,647	44,553	4,540	171.5	16.8
PROMEDIO										167.6	16.4
DESC. ESTANDAR										3.5	0.3
COEF. DE VARIACIÓN										0.0	0.0



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.44E 1Lb = 4.44E 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

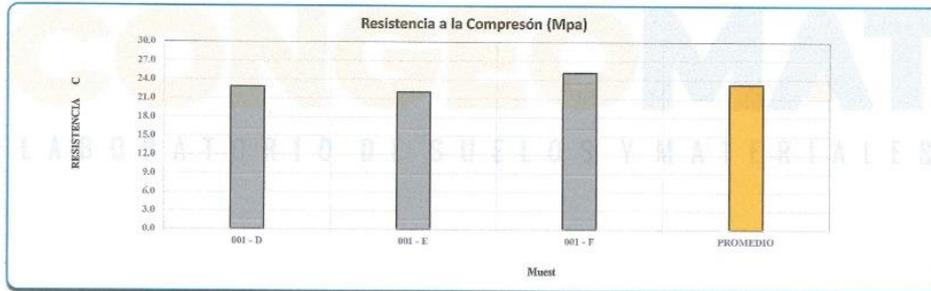
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E- 001-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO FECHA DE ROTURA: 22-feb-24

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 30 DIAS DE VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 11-oct-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 09-ene-24

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
001 - D	MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 30 DIAS DE VENCIDO)	08-02-24	22-02-24	14	51.7	51.9	2,683	61,040	6,220	231.8	22.6
001 - E					51.9	52.2	2,709	59,666	6,080	224.4	22.0
001 - F					52.2	52.4	2,735	68,597	6,990	255.6	25.1
PROMEDIO										237.3	23.3
DESC. ESTANDAR										16.3	1.6
COEF. DE VARIACIÓN										0.1	0.1



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.448 1Lb = 4.448 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhclois Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

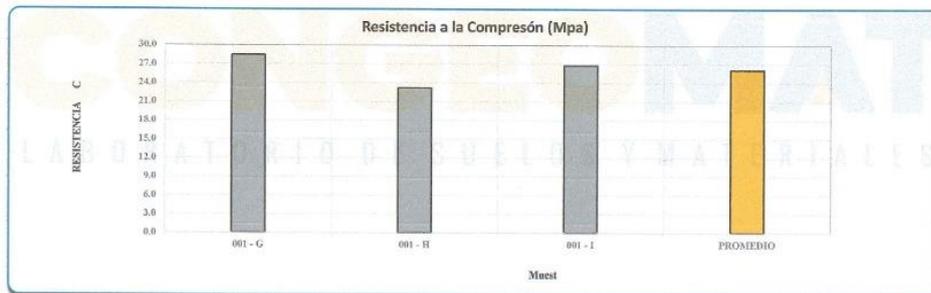
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E- 001-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
FECHA DE ROTURA: 07-mar-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 30 DIAS DE VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 11-oct-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 09-ene-24

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
001 - G	MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 30 DIAS DE VENCIDO)	08-02-24	07-03-24	28	51.3	50.9	2,611	74,190	7,560	289.5	28.4
001 - H					51.5	50.4	2,598	60,255	6,140	236.5	23.2
001 - I					51.5	51.3	2,642	70,854	7,220	273.3	26.8
PROMEDIO										266.4	26.1
DESC. ESTANDAR										27.2	2.7
COEF. DE VARIACIÓN										0.1	0.1



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.44N 1Lb = 4.44N 1Lb = 4. 1Lb = 4.44N

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

1MPa = 10.19 kg/cm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

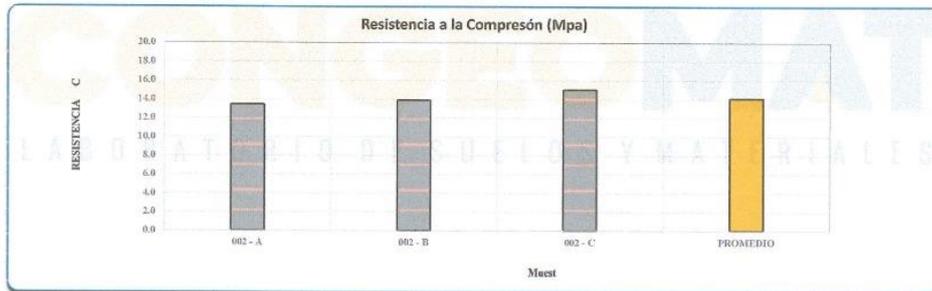
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E- 002-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
FECHA DE ROTURA: 17-feb-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 60 DIAS DE VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 12-sep-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 12-dic-23

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
002 - A	MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 60 DIAS DE VENCIDO)	10-02-24	17-02-24	7	51.8	51.9	2,888	36,016	3,670	136.5	13.4
002 - B					50.9	51.3	2,811	36,408	3,710	142.1	13.9
002 - C					51.3	51.3	2,832	39,450	4,020	152.7	15.0
PROMEDIO										143.8	14.1
DESC. ESTANDAR										8.2	0.8
COEF. DE VARIACIÓN										0.1	0.1



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.448 1Lb = 4.448 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
D. Velarde Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

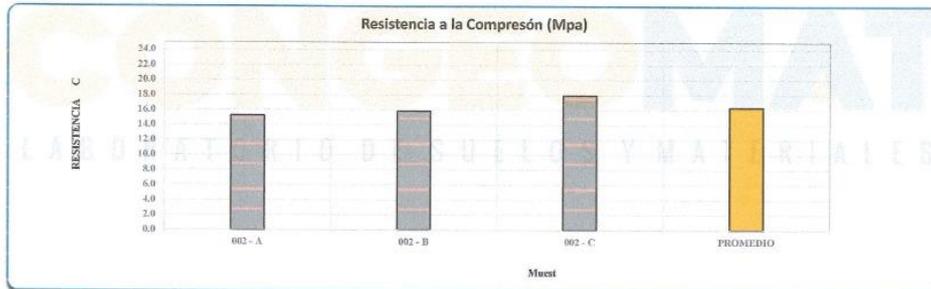
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E - 002-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO FECHA DE ROTURA: 24-feb-24
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 60 DIAS DE VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 12-sep-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 12-dic-23

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
002 - D	MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 60 DIAS DE VENCIDO)	10-02-24	24-02-24	14	51.4	51.6	2,652	40,334	4,110	155.0	16.2
002 - E					51.3	50.8	2,606	41,217	4,200	161.2	16.8
002 - F					50.9	51.5	2,621	46,909	4,780	182.4	17.9
PROMEDIO										166.2	16.3
DESC. ESTANDAR										14.4	1.4
COEF. DE VARIACIÓN										0.1	0.1



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.44E 1Lb = 4.44E 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintava
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E- 002-24
FECHA DE ROTURA: 09-mar-24

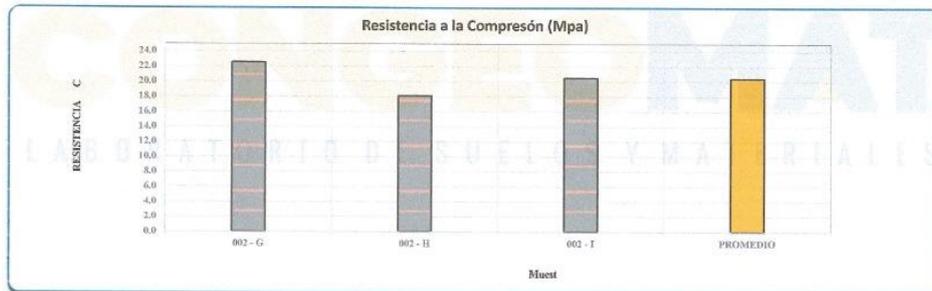
1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 60 DIAS DE VENCIDO

CANT. MUESTRAS: 3
DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 12-sep-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 12-dic-23

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
002 - G	MORTERIO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 60 DIAS DE VENCIDO)	10-02-24	09-03-24	28	51.3	51.8	2,657	59,863	6,100	229.6	22.5
002 - H					51.3	50.8	2,606	47,105	4,800	184.2	18.1
002 - I					50.8	51.4	2,611	53,484	5,450	208.7	20.5
PROMEDIO										207.5	20.4
DESC. ESTANDAR										22.7	2.2
COEF. DE VARIACIÓN										0.1	0.1



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.448 1Lb = 4.448 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


John Perez Paricahua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancañé
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023

CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24

REGISTRO: E- 004-24

UBICACIÓN: JULIACA - PUNO

FECHA DE ROTURA: 25-feb-24

SOLICITANTE: BACH. PARICAHUA LAURA PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 90 DIAS DE VENCIDO

CANT. MUESTRAS: 3

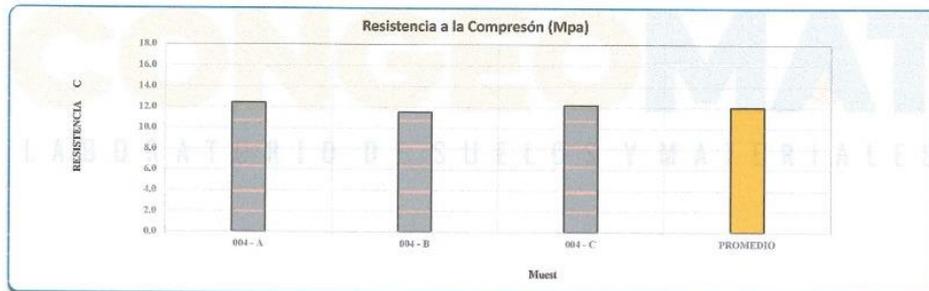
DIMENSIONES: Cubos de 50 8mm

FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 20-ago-23

FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 20-nov-23

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
004 - A	MORTERIO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 90 DIAS DE VENCIDO)	18-02-24	25-02-24	7	51.5	51.9	2,673	33,170	3,380	126.4	12.4
004 - B					51.3	51.4	2,837	30,324	3,090	117.2	11.5
004 - C					51.5	51.3	2,642	32,188	3,280	124.1	12.2
PROMEDIO										122.6	12.0
DESC. ESTANDAR										4.8	0.5
COEF. DE VARIACIÓN										0.0	0.0



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.44E 1Lb = 4.44E 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa

W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo

A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


John Percy Paricahua Tintaya
T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada

Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca - Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

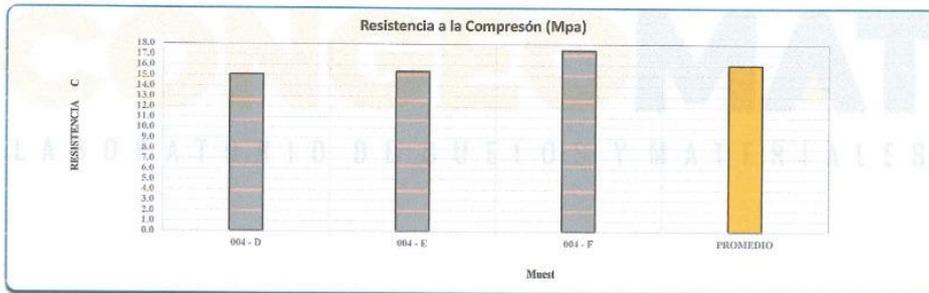
PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24
REGISTRO: E- 004-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTE: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
FECHA DE ROTURA: 03-mar-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO CANT. MUESTRAS: 3
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 90 DIAS DE VENCIDO DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 20-ago-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 20-nov-23

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg./cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
004 - D	MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 90 DIAS DE VENCIDO)	18-02-24	03-03-24	14	51.3	51.3	2,632	39,647	4,040	153.5	16.1
004 - E					50.5	51.4	2,596	39,941	4,070	156.8	16.4
004 - F					50.5	51.6	2,608	45,339	4,620	177.3	17.4
PROMEDIO										162.5	16.0
DESC. ESTANDAR										12.9	1.3
COEF. DE VARIACIÓN										0.1	0.1



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.448 1Lb = 4.448 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
I.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
D.V.Y.
Dhcovis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023

CODIGO CLIENTE: C - 00325- 24

REGISTRO: E- 004-24

UBICACIÓN: JULIACA - PUNO

FECHA DE ROTURA: 17-mar-24

SOLICITANTE: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 90 DIAS DE VENCIDO

CANT. MUESTRAS: 3

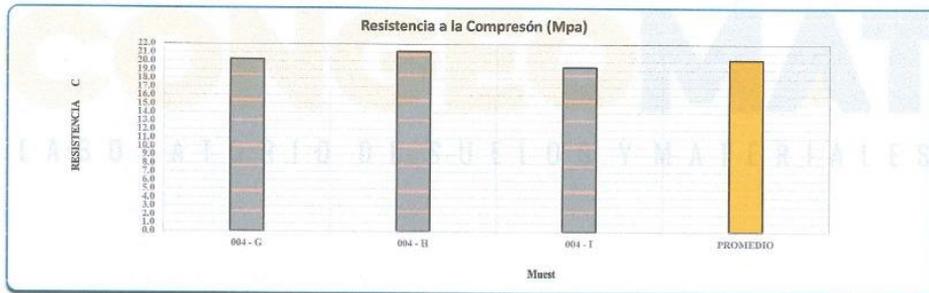
DIMENSIONES: Cubos de 50.8mm

FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO: 20-ago-23

FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO: 20-nov-23

2.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	MATERIAL	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A Área (mm ²)	W Carga Máx. (N)	W Carga Máx. (Kg.)	C Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	C Resistencia a la compresión (Mpa)
004 - G	MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO (CEMENTO CON 90 DIAS DE VENCIDO)	18-02-24	17-03-24	28	51.7	51.3	2,652	53,484	5,450	205.5	20.2
004 - H					51.0	51.0	2,601	54,858	5,590	214.9	21.1
004 - I					51.9	51.9	2,694	52,012	5,300	196.7	19.3
PROMEDIO										205.7	20.2
DESC. ESTANDAR										9.1	0.9
COEF. DE VARIACIÓN										0.0	0.0



FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

1N = 0.1019 kg

1Lb = 4.448 1Lb = 4.448 1Lb = 4. 1Lb = 4.448N

1MPa = 10.19 kg/cm²

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, Mpa
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
A = Promedio del área bruta en mm²

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TFC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
D. Vilca
Dhircis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO
**TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO
(METODO DE VICAT)**
MTC E 606:2016, NTP 334.006:2003

Código : F - 015
Versión : 2.0
Aprobado : ene-24

DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 0325- 24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO REGISTRO: E-003-24
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY FECHA DE EMISIÓN: 11-feb-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE MUESTRA: 01
DESCRIPCIÓN: CEMENTO AUN NO VENCIDO FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 02-feb-24
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 02-may-24
FECHA DE ENSAYO : 11-feb-24
HORA DE INICIO DE ENSAYO : 8:30 AM

2.- TIEMPO DE FRAGUADO

LECTURA NRO.	FECHA	HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hh:min)	PENETRACIÓN (mm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	OBSERVACIONES
1	11-feb-24	8:30 AM	00	00:00	30.0	14.1	
2	11-feb-24	8:45 AM	15	00:15	30.0	14.1	
3	11-feb-24	9:00 AM	30	00:30	30.0	14.3	
4	11-feb-24	9:15 AM	45	00:45	30.0	14.6	
5	11-feb-24	9:30 AM	60	01:00	30.0	14.7	
6	11-feb-24	9:45 AM	75	01:15	30.0	14.8	
7	11-feb-24	10:00 AM	90	01:30	30.0	15.0	
8	11-feb-24	10:15 AM	105	01:45	30.0	15.1	
9	11-feb-24	10:30 AM	120	02:00	30.0	15.3	
10	11-feb-24	10:45 AM	135	02:15	30.0	15.8	
11	11-feb-24	11:00 AM	150	02:30	30.0	16.1	
12	11-feb-24	11:15 AM	165	02:45	30.0	16.2	
13	11-feb-24	11:30 AM	180	03:00	30.0	16.3	
14	11-feb-24	11:45 AM	195	03:15	30.0	16.3	
15	11-feb-24	12:00 PM	210	03:30	29.0	16.3	
16	11-feb-24	12:15 PM	225	03:45	29.0	16.3	
17	11-feb-24	12:30 PM	240	04:00	29.0	16.3	
18	11-feb-24	12:45 PM	255	04:15	28.0	16.3	
19	11-feb-24	1:00 PM	270	04:30	28.0	16.4	
20	11-feb-24	1:15 PM	285	04:45	27.0	16.4	
21	11-feb-24	1:30 PM	300	05:00	25.0	16.4	
22	11-feb-24	1:45 PM	315	05:15	20.0	16.4	
23	11-feb-24	2:00 PM	330	05:30	18.0	16.3	
24	11-feb-24	2:15 PM	345	05:45	10.0	16.3	
25	11-feb-24	2:30 PM	360	06:00	5.0	16.2	
26	11-feb-24	2:45 PM	375	06:15	3.0	16.0	
27	11-feb-24	3:00 PM	390	06:30	2.0	16.0	
28	11-feb-24	3:15 PM	405	06:45	2.0	16.0	
29	11-feb-24	3:30 PM	420	07:00	1.0	15.8	
30	11-feb-24	3:45 PM	435	07:15	0.0	15.7	

TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI): 300 min. 05:00 hrs.min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF): 435 min. 07:15 hrs.min

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los Solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
D.W.F.
Dheinis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancañé
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

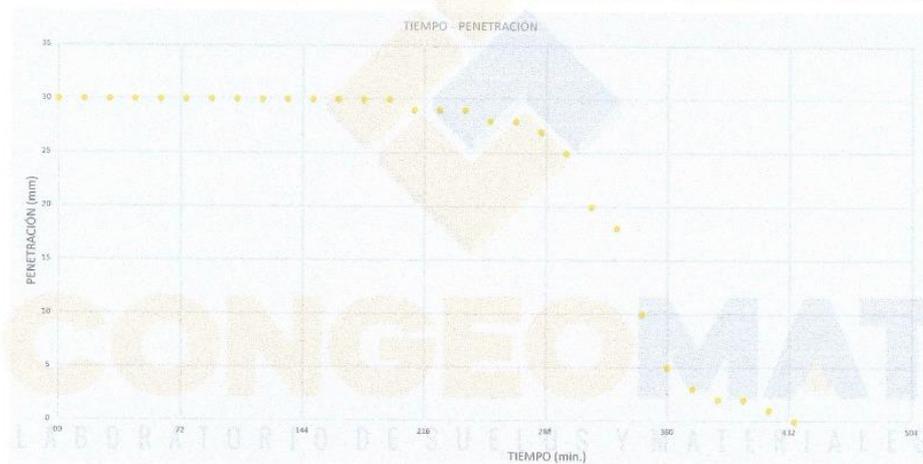
CODIGO CLIENTE: C-0325-24
REGISTRO: E-003-24
FECHA DE EMISIÓN: 11-feb-24

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN: CEMENTO AUN NO VENCIDO

MUESTRA: 01
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 02-feb-24
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 02-may-24
FECHA DE ENSAYO : 11-feb-24
HORA DE INICIO DE ENSAYO : 8:30 AM

2.- GRAFICO DE TIEMPO DE FRAGUADO



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI):	300 min.	08:00 hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF):	435 min.	07:15 hrs:min

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Lara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca - Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
CODIGO CLIENTE: C - 0325- 24
REGISTRO: E-001-24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
FECHA DE EMISIÓN: 08-feb-24
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
MUESTRA: 01
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 30 DIAS DE VENCIDO
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 11-oct-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 09-ene-24
FECHA DE ENSAYO : 08-feb-24
HORA DE INICIO DE ENSAYO : 8:30 AM

2.- TIEMPO DE FRAGUADO

LECTURA NRO.	FECHA	HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hh:min)	PENETRACIÓN (mm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	OBSERVACIONES
1	08-feb-24	8:30 AM	00	00:00	30.0	14.5	
2	08-feb-24	8:45 AM	15	00:15	30.0	14.7	
3	08-feb-24	9:00 AM	30	00:30	30.0	14.8	
4	08-feb-24	9:15 AM	45	00:45	30.0	15.0	
5	08-feb-24	9:30 AM	60	01:00	30.0	15.0	
6	08-feb-24	9:45 AM	75	01:15	30.0	15.1	
7	08-feb-24	10:00 AM	90	01:30	30.0	15.3	
8	08-feb-24	10:15 AM	105	01:45	30.0	15.4	
9	08-feb-24	10:30 AM	120	02:00	30.0	15.6	
10	08-feb-24	10:45 AM	135	02:15	30.0	15.6	
11	08-feb-24	11:00 AM	150	02:30	30.0	15.8	
12	08-feb-24	11:15 AM	165	02:45	30.0	15.8	
13	08-feb-24	11:30 AM	180	03:00	30.0	15.9	
14	08-feb-24	11:45 AM	195	03:15	30.0	15.9	
15	08-feb-24	12:00 PM	210	03:30	30.0	15.9	
16	08-feb-24	12:15 PM	225	03:45	30.0	16.0	
17	08-feb-24	12:30 PM	240	04:00	30.0	16.1	
18	08-feb-24	12:45 PM	255	04:15	30.0	16.0	
19	08-feb-24	1:00 PM	270	04:30	30.0	16.0	
20	08-feb-24	1:15 PM	285	04:45	30.0	15.8	
21	08-feb-24	1:30 PM	300	05:00	30.0	15.8	
22	08-feb-24	1:45 PM	315	05:15	29.0	15.8	
23	08-feb-24	2:00 PM	330	05:30	27.0	15.8	
24	08-feb-24	2:15 PM	345	05:45	26.0	15.8	
25	08-feb-24	2:30 PM	360	06:00	25.0	15.8	
26	08-feb-24	2:45 PM	375	06:15	22.0	15.8	
27	08-feb-24	3:00 PM	390	06:30	18.0	15.8	
28	08-feb-24	3:15 PM	405	06:45	13.0	15.8	
29	08-feb-24	3:30 PM	420	07:00	8.0	15.8	
30	08-feb-24	3:45 PM	435	07:15	3.0	15.8	
31	08-feb-24	4:00 PM	450	07:30	0.0	15.8	

TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI): 360 min. 06:00 hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF): 450 min. 07:30 hrs:min

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanacané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

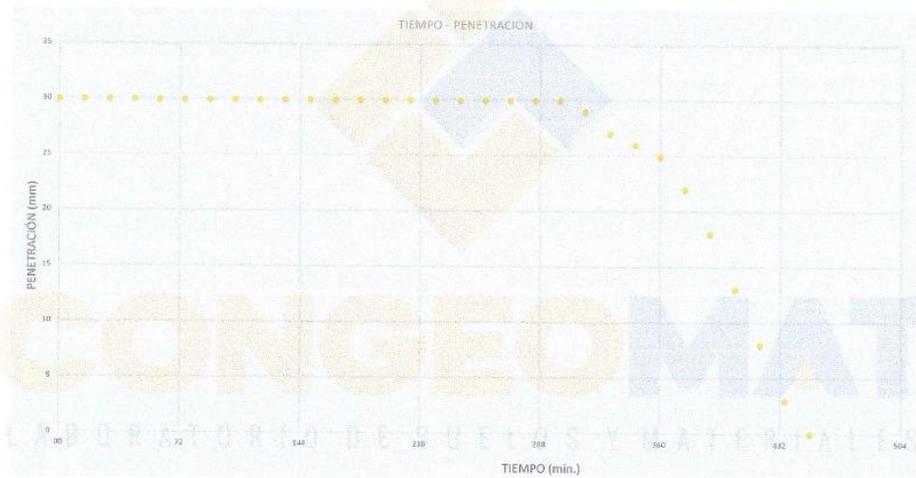
CODIGO CLIENTE: C - 0325- 24
REGISTRO: E-001-24
FECHA DE EMISIÓN: 08-feb-24

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 30 DIAS DE VENCIDO

MUESTRA: 01
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 11-oct-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 09-ene-24
FECHA DE ENSAYO : 08-feb-24
HORA DE INICIO DE ENSAYO : 8:30 AM

2.- GRAFICO DE TIEMPO DE FRAGUADO



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI):	360 min.	06:00 hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF):	450 min.	07:30 hrs:min

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TFC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dnicelis Yara Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO
**TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO
(METODO DE VICAT)**
MTC E 606:2016, NTP 334.006.2003

Código : F - 015
Versión : 2.0
Aprobado : ene-24

DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 CODIGO CLIENTE: C - 0325- 24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO REGISTRO: E-002-24
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY FECHA DE EMISIÓN: 10-feb-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE MUESTRA: 01
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 60 DIAS DE VENCIDO FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 12-sep-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 12-dic-23
FECHA DE ENSAYO : 10-feb-24
HORA DE INICIO DE ENSAYO : 9:15 AM

2.- TIEMPO DE FRAGUADO

LECTURA NRO.	FECHA	HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hh:min)	PENETRACIÓN (mm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	OBSERVACIONES
1	10-feb-24	9:15 AM	00	00:00	30.0	14.8	
2	10-feb-24	9:30 AM	15	00:15	30.0	14.8	
3	10-feb-24	9:45 AM	30	00:30	30.0	14.8	
4	10-feb-24	10:00 AM	45	00:45	30.0	14.9	
5	10-feb-24	10:15 AM	60	01:00	30.0	15.1	
6	10-feb-24	10:30 AM	75	01:15	30.0	15.1	
7	10-feb-24	10:45 AM	90	01:30	30.0	15.1	
8	10-feb-24	11:00 AM	105	01:45	30.0	15.2	
9	10-feb-24	11:15 AM	120	02:00	30.0	15.3	
10	10-feb-24	11:30 AM	135	02:15	30.0	15.3	
11	10-feb-24	11:45 AM	150	02:30	30.0	15.3	
12	10-feb-24	12:00 PM	165	02:45	30.0	15.3	
13	10-feb-24	12:15 PM	180	03:00	30.0	15.4	
14	10-feb-24	12:30 PM	195	03:15	30.0	15.4	
15	10-feb-24	12:45 PM	210	03:30	30.0	15.4	
16	10-feb-24	1:00 PM	225	03:45	30.0	15.7	
17	10-feb-24	1:15 PM	240	04:00	30.0	15.7	
18	10-feb-24	1:30 PM	255	04:15	29.0	15.9	
19	10-feb-24	1:45 PM	270	04:30	29.0	16.2	
20	10-feb-24	2:00 PM	285	04:45	29.0	16.2	
21	10-feb-24	2:15 PM	300	05:00	28.0	16.3	
22	10-feb-24	2:30 PM	315	05:15	28.0	16.3	
23	10-feb-24	2:45 PM	330	05:30	27.0	16.1	
24	10-feb-24	3:00 PM	345	05:45	27.0	16.1	
25	10-feb-24	3:15 PM	360	06:00	26.0	16.1	
26	10-feb-24	3:30 PM	375	06:15	25.0	16.0	
27	10-feb-24	3:45 PM	390	06:30	23.0	15.9	
28	10-feb-24	4:00 PM	405	06:45	20.0	15.8	
29	10-feb-24	4:15 PM	420	07:00	16.0	15.7	
30	10-feb-24	4:30 PM	435	07:15	12.0	15.5	
31	10-feb-24	4:45 PM	450	07:30	7.0	15.3	
32	10-feb-24	5:00 PM	465	07:45	0.0	15.0	

TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI): 375 min. 06:15 hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF): 465 min. 07:45 hrs:min

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliacá: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanané
RUC:20606413263



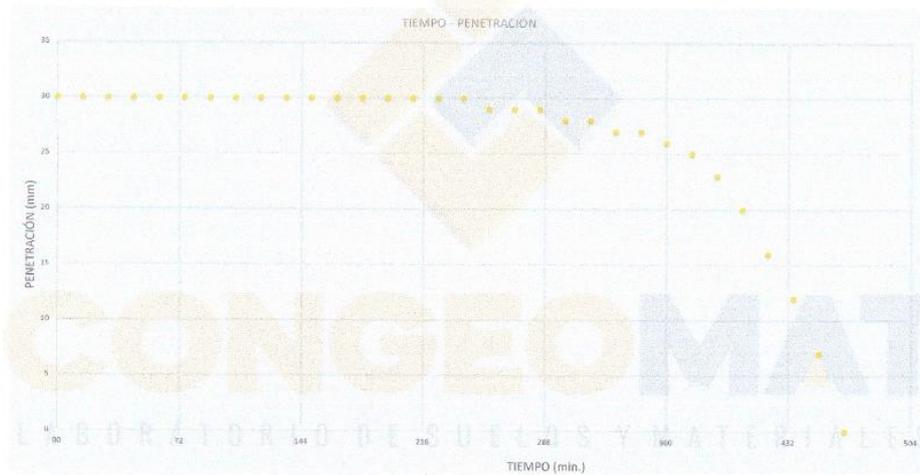
DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023 **CODIGO CLIENTE:** C - 0325- 24
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO **REGISTRO:** E-002-24
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY **FECHA DE EMISIÓN:** 10-feb-24
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE **MUESTRA:** 01
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 60 DIAS DE VENCIDO **FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO :** 12-sep-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 12-dic-23
FECHA DE ENSAYO : 10-feb-24
HORA DE INICIO DE ENSAYO : 9:15 AM

2.- GRAFICO DE TIEMPO DE FRAGUADO



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI):	375 min.	06:15 hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF):	465 min.	07:45 hrs:min

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TFC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO
**TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO
(METODO DE VICAT)**
MTC E 606:2016, NTP 334.006:2003

Código : F - 015
Versión : 2.0
Aprobado : ene-24

DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

CODIGO CLIENTE: C - 0325- 24
REGISTRO: E-004-24
FECHA DE EMISIÓN: 18-feb-24

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 90 DIAS DE VENCIDO

MUESTRA: 01
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 20-ago-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 20-nov-23
FECHA DE ENSAYO : 18-feb-24
HORA DE INICIO DE ENSAYO : 8:40 AM

2.- TIEMPO DE FRAGUADO

LECTURA NRO.	FECHA	HORA	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (hh:min)	PENETRACIÓN (mm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	OBSERVACIONES
1	18-feb-24	8:40 AM	00	00:00	30.0	14.8	
2	18-feb-24	8:55 AM	15	00:15	30.0	14.9	
3	18-feb-24	9:10 AM	30	00:30	30.0	15.0	
4	18-feb-24	9:25 AM	45	00:45	30.0	15.1	
5	18-feb-24	9:40 AM	60	01:00	30.0	15.1	
6	18-feb-24	9:55 AM	75	01:15	30.0	15.2	
7	18-feb-24	10:10 AM	90	01:30	30.0	15.3	
8	18-feb-24	10:25 AM	105	01:45	30.0	15.5	
9	18-feb-24	10:40 AM	120	02:00	30.0	15.6	
10	18-feb-24	10:55 AM	135	02:15	30.0	15.7	
11	18-feb-24	11:10 AM	150	02:30	30.0	15.7	
12	18-feb-24	11:25 AM	165	02:45	30.0	15.9	
13	18-feb-24	11:40 AM	180	03:00	30.0	15.9	
14	18-feb-24	11:55 AM	195	03:15	30.0	16.0	
15	18-feb-24	12:10 PM	210	03:30	30.0	16.0	
16	18-feb-24	12:25 PM	225	03:45	30.0	16.1	
17	18-feb-24	12:40 PM	240	04:00	30.0	16.1	
18	18-feb-24	12:55 PM	255	04:15	30.0	16.1	
19	18-feb-24	1:10 PM	270	04:30	30.0	16.2	
20	18-feb-24	1:25 PM	285	04:45	30.0	16.2	
21	18-feb-24	1:40 PM	300	05:00	30.0	16.2	
22	18-feb-24	1:55 PM	315	05:15	30.0	16.3	
23	18-feb-24	2:10 PM	330	05:30	29.0	16.4	
24	18-feb-24	2:25 PM	345	05:45	29.0	16.4	
25	18-feb-24	2:40 PM	360	06:00	28.0	16.3	
26	18-feb-24	2:55 PM	375	06:15	27.0	16.3	
27	18-feb-24	3:10 PM	390	06:30	25.0	16.2	
28	18-feb-24	3:25 PM	405	06:45	24.0	16.2	
29	18-feb-24	3:40 PM	420	07:00	22.0	16.1	
30	18-feb-24	3:55 PM	435	07:15	19.0	16.0	
31	18-feb-24	4:10 PM	450	07:30	17.0	15.8	
32	18-feb-24	4:25 PM	465	07:45	12.0	15.4	
33	18-feb-24	4:40 PM	480	08:00	9.0	15.3	
34	18-feb-24	4:55 PM	495	08:15	6.0	14.9	
35	18-feb-24	5:10 PM	510	08:30	0.0	14.5	

TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI): 390 min. 06:30 hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF): 510 min. 08:30 hrs:min

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Dheinis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210362

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023. **CODIGO CLIENTE:** C - 0325- 24

UBICACIÓN: JULIACA - PUNO **REGISTRO:** E-004-24

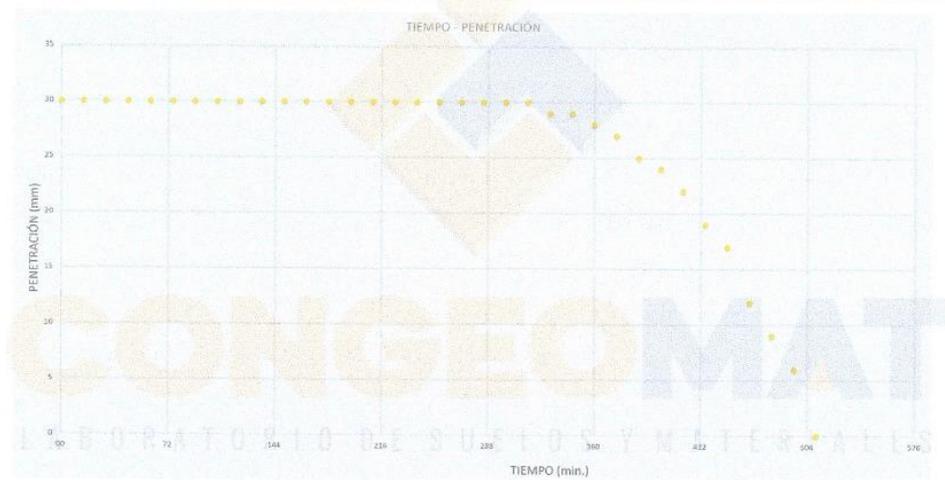
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO **FECHA DE EMISIÓN:** 18-feb-24

1.- DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE **MUESTRA:** 01

DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 90 DIAS DE VENCIDO **FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO :** 20-ago-23
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 20-nov-23
FECHA DE ENSAYO : 18-feb-24
HORA DE INICIO DE ENSAYO : 8:40 AM

2.- GRAFICO DE TIEMPO DE FRAGUADO



TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI):	390	min.	06:30	hrs:min
TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF):	510	min.	08:30	hrs:min

3.- OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TFC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO
EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 11-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 02-02-2024
DESCRIPCIÓN: CEMENTO NO VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 02-05-2024
FECHA DE ENSAYO: 11-02-2024

CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº TARA	ID	T-03	
PESO TARA + CEMENTO + AGUA	(g)	989.23	
PESO TARA + CEMENTO	(g)	751.14	
PESO DE AGUA	(g)	218.09	
PESO DE LA TARA	(g)	101.28	
PESO DEL CEMENTO	(g)	649.86	
PORCENTAJE DE AGUA	(%)	33.56	
PENETRACIÓN		10	

PORCENTAJE DE AGUA REQUERIDO PARA OBTENER UNA PASTA DE CONSISTENCIA NORMAL	
PORCENTAJE DE AGUA (%)	33.56

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TÉC DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN: JULIACA - PUNO **REGISTRO:** C - 2024 - 325
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY **FECHA DE EMISIÓN:** 08-02-2024
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE **FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO:** 11-10-2023
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 30 DÍAS DE VENCIDO **FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO:** 09-01-2024
FECHA DE ENSAYO: 08-02-2024

CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº TARA	ID	T-03	
PESO TARA + CEMENTO + AGUA	(g)	963.59	
PESO TARA + CEMENTO	(g)	752.18	
PESO DE AGUA	(g)	211.41	
PESO DE LA TARA	(g)	101.28	
PESO DEL CEMENTO	(g)	650.90	
PORCENTAJE DE AGUA	(%)	32.48	
PENETRACIÓN		10	

PORCENTAJE DE AGUA REQUERIDO PARA OBTENER UNA PASTA DE CONSISTENCIA NORMAL	
PORCENTAJE DE AGUA (%)	32.48

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dheinis Yery Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO **REGISTRO :** C - 2024 - 325
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY **FECHA DE EMISIÓN :** 10-02-2024
BACH. VELARDE VILCA, MAURO

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE **FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO :** 12-09-2023
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 60 DÍAS DE VENCIDO **FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO :** 12-12-2023
FECHA DE ENSAYO: 10-02-2024

CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-01	
PESO TARA + CEMENTO + AGUA	(g)	960.84	
PESO TARA + CEMENTO	(g)	754.65	
PESO DE AGUA	(g)	206.19	
PESO DE LA TARA	(g)	104.20	
PESO DEL CEMENTO	(g)	650.45	
PORCENTAJE DE AGUA	(%)	31.70	
PENETRACIÓN		10	

PORCENTAJE DE AGUA REQUERIDO PARA OBTENER UNA PASTA DE CONSISTENCIA NORMAL	
PORCENTAJE DE AGUA (%)	31.70

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 18-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 20-08-2023
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 90 DÍAS DE VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 20-11-2023
FECHA DE ENSAYO: 18-02-2024

CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-01	
PESO TARA + CEMENTO + AGUA	(g)	939.39	
PESO TARA + CEMENTO	(g)	754.20	
PESO DE AGUA	(g)	185.19	
PESO DE LA TARA	(g)	104.20	
PESO DEL CEMENTO	(g)	650.00	
PORCENTAJE DE AGUA	(%)	28.49	
PENETRACIÓN		10	

PORCENTAJE DE AGUA REQUERIDO PARA OBTENER UNA PASTA DE CONSISTENCIA NORMAL	
PORCENTAJE DE AGUA (%)	28.49

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TÉC DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEOMAT S.R.L.
Dhcivis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO
**FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DE LA
MALLA N° 200**
MTC E 604:2016, ASTM C 184 - 94 Y AASHTO T 128 - 92

Código : F - 129
Versión : 1.0
Aprobado : ene-24

DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES : BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 11-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL : CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 02-02-2024
DESCRIPCIÓN : CEMENTO NO VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 02-05-2024
FECHA DE ENSAYO : 11-02-2024

FINURA DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-07	
PESO TARA + CEMENTO	(g)	140.5201	
PESO DE LA TARA	(g)	90.5200	
PESO DEL CEMENTO	(g)	50.0001	
PESO DEL CEMENTO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200 (R)	(g)	2.7233	
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200	(%)	5.45	
PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N° 200	(%)	94.55	

FINURA DEL CEMENTO EXPRESADO COMO PORCENTAJE EN PESO DEL RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N° 200

FINURA - RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N- 200 (%)	5.45
FINURA - PASA NTE DEL TAMIZ N- 200 (%)	94.55

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhcvilca Yury Lara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES : BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 08-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL : CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 11-10-2023
DESCRIPCIÓN : CEMENTO CON 30 DÍAS DE VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 09-01-2024
FECHA DE ENSAYO : 08-02-2024

FINURA DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-10	
PESO TARA + CEMENTO	(g)	138.8330	
PESO DE LA TARA	(g)	88.5300	
PESO DEL CEMENTO	(g)	50.0030	
PESO DEL CEMENTO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200 (R)	(g)	4.3592	
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200	(%)	8.72	
PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N° 200	(%)	91.28	

FINURA DEL CEMENTO EXPRESADO COMO PORCENTAJE EN PESO DEL RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N° 200	
FINURA - RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N- 200 (%)	8.72
FINURA - PASA NTE DEL TAMIZ N- 200 (%)	91.28

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP: N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 10-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 12-09-2023
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 60 DÍAS DE VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 12-12-2023
FECHA DE ENSAYO: 10-02-2024

FINURA DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-05	
PESO TARA + CEMENTO	(g)	130.6640	
PESO DE LA TARA	(g)	90.8530	
PESO DEL CEMENTO	(g)	50.0110	
PESO DEL CEMENTO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200 (R)	(g)	4.4297	
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200	(%)	8.86	
PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N° 200	(%)	91.14	

FINURA DEL CEMENTO EXPRESADO COMO PORCENTAJE EN PESO DEL RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N° 200	
FINURA - RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N- 200 (%)	8.86
FINURA - PASANTE DEL TAMIZ N- 200 (%)	91.14

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Paricahua Tintava
TFC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Dámaso Yarg Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanané
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO
**FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DE LA
MALLA N° 200**
MTC E 604:2016, ASTM C 184 - 94 Y AASHTO T 128 -92

Código : F - 129
Versión : 1.0
Aprobado : ene-24

DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES : BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 18-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 20-08-2023
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 90 DÍAS DE VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 20-11-2023
FECHA DE ENSAYO: 18-02-2024

FINURA DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-08	
PESO TARA + CEMENTO	(g)	136.3811	
PESO DE LA TARA	(g)	80.3741	
PESO DEL CEMENTO	(g)	50.0070	
PESO DEL CEMENTO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200 (g)	(g)	6.2823	
PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200	(%)	12.56	
PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N° 200	(%)	87.44	

FINURA DEL CEMENTO EXPRESADO COMO PORCENTAJE EN PESO DEL RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N° 200

FINURA - RESIDUO QUE NO PASA EL TAMIZ N-200 (%)	12.56
FINURA - PASANTE DEL TAMIZ N-200 (%)	87.44

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO
**FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DEL TAMIZ
N° 325**
ASTM C 430

Código : F - 129
Versión : 1.0
Aprobado : ene-24

DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES : BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 11-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL : CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 02-02-2024
DESCRIPCIÓN : CEMENTO NO VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 02-05-2024
FECHA DE ENSAYO : 11-02-2024

FINURA DEL CEMENTO POR TAMIZ N° 325

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-01	
PESO TARA	(g)	104.624	
PESO TAMIZ N° 325	(g)	335.790	
PESO DE CEMENTO	(g)	1.000	
RESIDUO	(g)	0.032	
RESIDUO CORREGIDO	(%)	3.8	
FINURA TAMIZ N° 325	(%)	96.2	

FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DEL TAMIZ N° 325	
RESIDUO CORREGIDO (%)	3.8
FINURA DEL TAMIZ N° 200 (%)	96.2

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con los solicitantes


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TFC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dicciois Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 08-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 11-10-2023
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 30 DÍAS DE VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 09-01-2024
FECHA DE ENSAYO: 08-02-2024

FINURA DEL CEMENTO POR TAMIZ N° 325

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-02	
PESO TARA	(g)	104.960	
PESO TAMIZ N° 325	(g)	335.792	
PESO DE CEMENTO	(g)	1.000	
RESIDUO	(g)	0.036	
RESIDUO CORREGIDO	(%)	4.2	
FINURA TAMIZ N° 325	(%)	95.8	

FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DEL TAMIZ N° 325	
RESIDUO CORREGIDO (%)	4.2
FINURA DEL TAMIZ N° 200 (%)	95.8

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TFC DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 219662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanané
RUC:20606413263



DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES: BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 10-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 12-09-2023
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 60 DÍAS DE VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 12-12-2023
FECHA DE ENSAYO: 10-02-2024

FINURA DEL CEMENTO POR TAMIZ N° 325

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-01	
PESO TARA	(g)	104.624	
PESO TAMIZ N° 325	(g)	335.794	
PESO DE CEMENTO	(g)	1.000	
RESIDUO	(g)	0.073	
RESIDUO CORREGIDO	(%)	8.5	
FINURA TAMIZ N° 325	(%)	91.5	

FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DEL TAMIZ N° 325	
RESIDUO CORREGIDO (%)	8.5
FINURA DEL TAMIZ N° 200 (%)	91.5

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanané
RUC:20606413263





INFORME DE ENSAYO
**FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DEL TAMIZ
N° 325**
ASTM C 430

Código : F - 129
Versión : 1.0
Aprobado : ene-24

DATOS GENERALES

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTE PERIODO DE ALMACENAMIENTO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, JULIACA 2023
UBICACIÓN : JULIACA - PUNO
REGISTRO : C - 2024 - 325
SOLICITANTES : BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL TONY
BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FECHA DE EMISIÓN : 18-02-2024

DATOS DE MUESTRA

MATERIAL: CEMENTO RUMI IP Y AGUA POTABLE
FECHA DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO : 20-08-2023
DESCRIPCIÓN: CEMENTO CON 90 DÍAS DE VENCIDO
FECHA DE VENCIMIENTO DEL CEMENTO : 20-11-2023
FECHA DE ENSAYO: 18-02-2024

FINURA DEL CEMENTO POR TAMIZ N° 325

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
N° TARA	ID	T-01	
PESO TARA	(g)	104.824	
PESO TAMIZ N° 325	(g)	335.791	
PESO DE CEMENTO	(g)	1.000	
RESIDUO	(g)	0.083	
RESIDUO CORREGIDO	(%)	9.7	
FINURA TAMIZ N° 325	(%)	90.3	

FINURA DEL CEMENTO POR MEDIO DEL TAMIZ N° 325	
RESIDUO CORREGIDO (%)	9.7
FINURA DEL TAMIZ N° 200 (%)	90.3

OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con Los solicitantes

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
TFC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

contacto@congeomat.com
Telf.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané
RUC:20606413263





PROYECTO	: "Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023"
SOLICITA	: Bach. Paricahua Laura, Paul Thony - Bach. Velarde Vilca, Mauro
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO Y FINO
FECHA	: lunes, 5 de Febrero de 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD %
(ASTM D - 2216)

AGREGADO GRUESO		
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS
		01
1 PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	1204.60
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	1172.80
3 PESO DEL AGUA	gr	31.80
4 PESO DEL RECIPIENTE.	gr	77.20
5 PESO DEL SUELO SECO.	gr	1095.60
6 % DE HUMEDAD	%	2.90
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	2.90

AGREGADO FINO		
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS
		01
1 PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	1310.80
2 PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	gr.	1275.90
3 PESO DEL AGUA	gr	34.90
4 PESO DEL RECIPIENTE.	gr	76.50
5 PESO DEL SUELO SECO.	gr	1199.40
6 % DE HUMEDAD	%	2.91
7 % DE HUMEDAD PROMEDIO	%	2.91


Andres Angel Luque Puma
Especialista en Mecánica y Control de Calidad

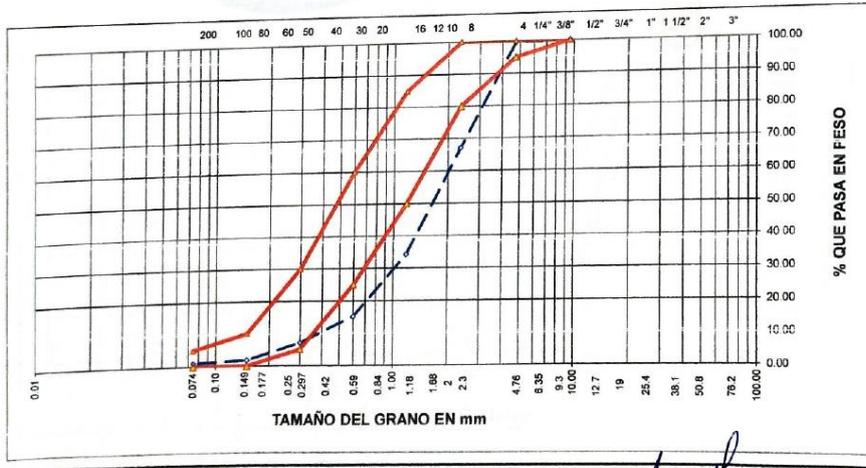


PROYECTO : "Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023"
 SOLICITA : Bach. Paricahua Laura, Paul Thony - Bach. Velarde Vica, Mauro
 MUESTRA : AGREGADO FINO
 FECHA : Lunes, 5 de Febrero de 2024

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO A.F.
 (ASTM D-422)**

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 530.10 gr
2 1/2"	63.000						CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA Módulo de fineza : 3.750 Peso específico : 2.505 g/cm ³ Peso Unit. Suelto : 1.554 tn/m ³ Peso Unit. Vanillado : 1.689 tn/m ³ Humedad Natural : 2.910 % Absorción : 5.175 %
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
1/4"	6.300	0.00	0.00	0.00	99.64	95 - 100	
No.04	4.750	1.90	0.36	0.36	67.10	80 - 100	
No.08	2.360	172.50	32.54	32.90	34.18	50 - 85	
No.16	1.180	174.50	32.92	65.82	15.16	25 - 60	
No.30	0.600	100.80	19.02	84.84	7.07	05 - 30.	
No.50	0.300	42.90	8.09	92.93	1.81	0 - 10.	
No.100	0.150	27.90	5.26	98.19	1.07	0 - 05.	
No.200	0.075	3.90	0.74	98.93			
<No.200		5.70	1.08	100.00			
TOTAL		530.10					

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



Andrés Ángel Luque Puma
 Ing. Gerente y Control de Calidad
 CIP N° 325264

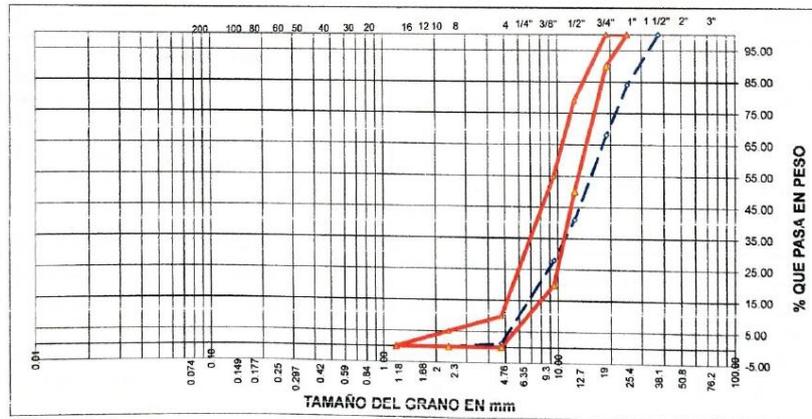


PROYECTO : "Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023"
 SOLICITA : Bach. Paricahua Laura, Paul Thony - Bach. Velarde Vilca, Mauro
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO
 FECHA : lunes, 5 de Febrero de 2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO A.G. (ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 1,500.20 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	238.70	15.91	15.91	84.09	100.00	Módulo de fineza : 7.618
3/4"	19.000	239.40	15.96	31.87	68.13	90 - 100	Peso específico : 2.609 g/cm ³
1/2"	12.500	407.80	27.18	59.05	40.95	50 - 79	Peso Unit. Suelto : 1.442 tn/m ³
3/8"	9.500	196.30	13.08	72.13	27.87	20 - 55	Peso Unit. Varillado : 1.574 tn/m ³
1/4"	6.300	0.00	0.00	72.13	27.87		Humedad Natural : 2.903 %
No. 04	4.750	399.00	20.60	90.73	1.27	0 - 10	Absorción : 1.798 %
No. 08	2.360	19.00	1.27	100.00	0.00	0 - 05	Tamaño Máximo : 3/4"
No. 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00		
No. 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00		
No. 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00		
No. 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00		
No. 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00		
<No. 200		0.00					
TOTAL		1,500.20					ASTM C 136

REPRESENTACION GRAFICA
 TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



Andrés Ángel Lanque Puma
 Ingeniero Civil y Control de Calidad
 R.P. N° 339208



PROYECTO : "Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023"
 SOLICITA : Bach. Parcahua Laura, Paul Thony - Bach. Velarde Vilca, Mauro
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO
 FECHA : lunes, 5 de Febrero de 2024

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN
(ASTM C-128)**

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el air)	gr	500.00		
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	1447.50		
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr	1747.90		
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr	947.50		
E) Volumen de masa + volumen de vacios =C-D	cm3	800.40		
F) Peso material seco gr.	gr	475.40		
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm3	199.60		
P E. Bulk (base seca) = F/E	g/cm3	0.59		
P E. Bulk (base saturada) = A/E	g/cm3	0.62		
P E. Aparente (base seca) = F/G	g/cm3	2.51		
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	%	5.17		
PESO ESPECIFICO gr/cm3		2.505	% DE ABSORCION	5.17

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UND.	N° DE MUESTRA		
		1	2	
A) Muestra saturada con superficie seca (s.s.s.) = a (g)	gr	809.2		
B) Muestra secada al horno - Ps (g)	gr	794.9		
C) Por ciento de absorción, [%]abs = 100*(a-Ps)/Ps	gr	1.80		
D) (Cesto + Muestra s.s.s.), sumergida en agua = b (g)	gr	499.0		
E) Cesto sumergido en agua = c (g)	cm3			
F) Muestra s.s.s. sumergida en agua, d = (b-c) (g)	gr	499.0		
G) Volumen particular incluyendo poros = Vs+Vp=(a-d)	cm3	310.2		
H) Peso específico bruto, base muestra s.s.s., Gbs	a/cm3	2.609		
I) Peso específico bruto, base muestra secada al horno, Gb	g/cm3	2.563		
J) Peso específico aparente, G	g/cm3	2.686		
PESO ESPECIFICO gr/cm3		2.609	% DE ABSORCION	1.80

Observación:

Andrés Ángel Luque Puma
 Enc. Geotecnia y Control de Calidad
 R.I.P. N° 325266



PROYECTO : "Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentación"
 SOLICITA : Bach. Paricahua Laura, Paul Thony - Bach. Velarde Vilca, Mauro
 MUESTRA : CONCRETO
 FECHA : lunes, 5 de Febrero de 2024

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Específico : 2.80 Tn/m³
 Peso de Material Suelto : 1.50 Tn/m³

Resistencia Requerida
 $f'c = 364 \text{ kg/cm}^2$

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	A. Fino	A. Grueso
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m ³	1,689.48	1,574.01
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m ³	1,554.32	1,442.40
Peso Específico de la masa	gr/cc	2.505	2.609
Contenido de Humedad	%	2.91%	2.90%
Porcentaje de Absorción	%	5.17%	1.80%
Módulo de Fineza		3.75	7.62
Tamaño Máximo	pulg.	-	3/4"

DATOS DE DISEÑO

Clima : frío
 Slump : 5" a 7"
 Agua /m³ : 228.00
 Contenido de Aire : 3.00%
 Con Aditivos : NO
 Relación agua - cemento : 0.466
 Volumen de agregado grueso : 0.530
 Factor de Cemento : 489.27 Kg/m³ **11.51 Bls/M³**
 Peso del Agregado Grueso : 834.23 kg
 Volumen del Agregado Fino : 0.278 m³
 % Agregado Grueso : 72.25% 0.72
 % Agregado Fino : 27.75% 0.28

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

Cemento : 489.27 / 2.80 = 0.1747
 Agua : 228.00 / 1,000 = 0.2280
 Agregado Grueso : 834.23 / 2.61 = 0.3198
 Agregado Fino : : = 0.2775
 1.0000

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

Cemento = 489.3 kg/m³
 Agregado Grueso 0.3198 x 2.609 = 834.2 kg/m³
 Agregado Fino 0.2775 x 2.505 = 695.2 kg/m³
 Agua Diseño = 228.0 Lts/m³
 2246.7 Kg/m³

Andres Angel Luque Puma
 Esq. Geotecnia y Control de Calidad
 1-18-10-2025



PROYECTO : "Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentación"
 SOLICITA : Bach. Panchhua Laura, Paul Thony - Bach. Velarde Vilca, Mauro
 MUESTRA : CONCRETO
 FECHA : lunes, 5 de Febrero de 2024

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

f'c : 280 kg/ cm²

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	2.90%	1.798%	x	834.2	=	9.216	Lts.
Agregado Fino	2.91%	5.17%	x	695.2	=	-15.745	Lts.
Agua Efectiva	228.0	+	-15.745	9.22	=	234.53	Lts.

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³ DE CONCRETO:

Cemento					=	489.30	kg/m ³
Agregado Grueso	834.2	x	1.029		=	858.41	kg/m ³
Agregado Fino	695.2	x	1.029		=	715.43	kg/m ³
Agua					=	234.53	Lts/m ³
						2297.67	Kg/m ³

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	:	489.30	/	489.30	=	1
Agregado Grueso	:	858.41	/	489.30	=	1.754
Agregado Fino	:	715.43	/	489.30	=	1.462
Agua	:	234.53	/	489.30	=	0.479

6. PESO DE MATERIALES POR BOLSA:

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Grueso	:	1.754	x	42.5	=	74.55	kg/bolsa
Agregado Fino	:	1.462	x	42.5	=	62.14	kg/bolsa
Agua	:	0.479	x	42.5	=	19.85	Lts/bolsa

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	:	489.3	/	1.5000	=	0.3262
Agregado Grueso	:	858.4	/	1,442.3954	=	0.5951
Agregado Fino	:	715.4	/	1,554.3159	=	0.4603
Agua efectiva	:	234.5	/	1,000	=	0.2345

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	:	0.3262	/	0.3262	=	1.00	pie ³
Agregado Grueso	:	0.5951	/	0.3262	=	1.82	pie ³
Agregado Fino	:	0.4603	/	0.3262	=	1.41	pie ³
Agua efectiva	:	234.53	/	11.5129	=	19.85	Lts

Componentes	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
Proporción	1.00	1.82	1.41	19.85

Andres Angel Luque Puma
 E.O. Geotecnia y Control de Calidad
 R.P. N° 325266

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
 San Roman- Jullaca



ENSAYO ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

TESIS : "Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023"
SOLICITANTE : Bach. Perichona Laura, Paul Titony - Bach. Velarde Vilca, Mauro
LUGAR : Distrito de Juliaca, Provincia de San Roman, Departamento de Puno
FECHA : lunes, 25 de Marzo de 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	CARGA	ϕ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		KN/cm2	Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	M-1 CEMENTO VIGENTE	503.71	51363.31	15.00	176.71	290.66	280	10/02/2024	09/03/2024	28	103.81%
2	M-2 CEMENTO VIGENTE	516.20	52636.91	15.00	176.71	297.87	280	10/02/2024	09/03/2024	28	106.38%
3	M-3 CEMENTO VIGENTE	519.46	52969.34	15.00	176.71	299.75	280	10/02/2024	09/03/2024	28	107.05%
4	M-4 CEMENTO VENCIDO EN 30 DIAS	471.26	48054.36	15.00	176.71	271.94	280	10/03/2024	07/04/2024	28	97.12%
5	M-5 CEMENTO VENCIDO EN 30 DIAS	476.84	48623.37	15.00	176.71	275.16	280	10/03/2024	07/04/2024	28	98.27%
6	M-6 CEMENTO VENCIDO EN 30 DIAS	469.73	47898.37	15.00	176.71	271.06	280	10/03/2024	07/04/2024	28	96.81%
7	M-7 CEMENTO VENCIDO EN 60 DIAS	459.12	46816.47	15.00	176.71	264.93	280	10/02/2024	09/03/2024	28	94.62%
8	M-8 CEMENTO VENCIDO EN 60 DIAS	453.67	46260.73	15.00	176.71	261.79	280	10/02/2024	09/03/2024	28	93.50%
9	M-9 CEMENTO VENCIDO EN 60 DIAS	458.84	46787.91	15.00	176.71	264.77	280	10/02/2024	09/03/2024	28	94.66%
10	M-10 CEMENTO VENCIDO EN 90 DIAS	441.24	44993.24	15.00	176.71	254.62	280	18/01/2024	15/02/2024	28	90.93%
11	M-11 CEMENTO VENCIDO EN 90 DIAS	449.87	45873.24	15.00	176.71	259.60	280	18/01/2024	15/02/2024	28	92.71%
12	M-12 CEMENTO VENCIDO EN 90 DIAS	446.34	45513.29	15.00	176.71	257.96	280	18/01/2024	15/02/2024	28	91.99%

OBSERVACIONES:


Andres Angel Luque Puma
Eso Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 325266



RUC.: 20611258586



anyelo_454@hotmail.com



992429713



MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman- Juliaca



ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO

TESIS : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTES PERIODOS DE ALMACENAMIENTO EMPLEADOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023"

MUESTRA : Cemento Vencido En 30 Días

TESISTA : - BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL THONY
- BACH. VELARDE VILCA, MAURO

FECHA : 22 de septiembre de 2024

Nº DE ENSAYO		01			
PICNÓMETRO Nº		1			
PROFUNDIDAD	m				
PESO PICNÓMETRO	gr	157.90			
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO	gr	257.90			
PESO SUELO SECO (Ws)	gr	100.00			
PESO PICN. + AGUA + SUELO (W1)	gr	719.10			
PESO PICN. + AGUA a C.T. (W2)	gr	654.98			
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAYO.	gr	654.65			
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	22.30			
GS A TEMPERATURA ENSAYO	gr/cm3	2.81			
GS A 20 °C	gr/cm3	2.81			

CONSTRUCTORA GEOMID S LAB E.I.R.L.

Andrés Angel Luque Puma
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 325208

CONSTRUCTORA GEOMID S LAB E.I.R.L.

Esp. Geotecnia y Control de Calidad
Laboratorio de Laboratorio Geotecnia
Suelos y Control de Calidad

RUC.: 20611258586

anyelo_454@hotmail.com

992429713

MZA. D Lt. 6 Urb. Tres de Agosto Puno
San Roman- Juliaca



ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO

TESIS : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTES PERIODOS DE ALMACENAMIENTO EMPLEADOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023"

MUESTRA : Cemento Vigente

TESISTA : - BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL THONY
- BACH. VELARDE VILCA, MAURO

FECHA : 22 de septiembre de 2024

Nº DE ENSAYO		01			
PICNÓMETRO Nº		1			
PROFUNDIDAD	m				
PESO PICNÓMETRO	gr	157.90			
PESO PICNÓMETRO + SUELO SECO	gr	257.90			
PESO SUELO SECO (Ws)	gr	100.00			
PESO PICN. + AGUA + SUELO (W1)	gr	720.30			
PESO PICN. + AGUA a C.T. (W2)	gr	655.90			
PESO PICN. + AGUA A TEMP. ENSAYO.	gr	655.63			
TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	21.90			
GS A TEMPERATURA ENSAYO	gr/cm3	2.83			
GS A 20 °C	gr/cm3	2.83			

CONSTRUCTORA GEOMID S LAB E.I.R.L.

Andrés Angel Luque Puma
Ingeniero de Control de Calidad
CIP Nº 325586

CONSTRUCTORA GEOMID S LAB E.I.R.L.

Beatriz Gabriela de Apaza Velasco
Técnicas de Laboratorio Geotecnia
Suelos y Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
TESIS	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTES PERIODOS DE ALMACENAMIENTO EMPLEADOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023"	
	TESISTA(S)	- BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL THONY - BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FEHA DE ENSAYO	18-Ene-24	

DOSIFICACION	Cemento Vencido En 90 Dias	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROCESO DEL ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>CAPAS</th> <th>Nº GOLPES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	PROCESO DEL ENSAYO		CAPAS	Nº GOLPES	1	25	2	25	3	25
PROCESO DEL ENSAYO												
CAPAS	Nº GOLPES											
1	25											
2	25											
3	25											

1
Colocar ceno de asentamiento o Abrams.

2
Llenar el concreto en 3 capas, 25 varilladas por capa.

3
Retirar el molde.

4
Medir al asentamiento del concreto.

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 - 2
Plastica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 - 15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (Cm) N°01	19.35
SLUMP (Cm) N°02	19.27
SLUMP (Cm) N°03	19.07
SLUMP (Cm) PROM.	19.20
CONSISTENCIA (PLG) PROM.	7.57

OBSERVACIONES:

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
 Andrés Angel Inque Puma
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP N° 325260

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
 Dalila Gabriela J. Apaza Velasquez
 Técnico de Laboratorio Geotecnia
 Suelos y Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
TESIS	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTES PERIODOS DE ALMACENAMIENTO EMPLEADOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023"	
	TESISTA(S)	- BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL THONY - BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FEHA DE ENSAYO	10-Feb-24	

DOSIFICACION	Cemento Vencido En 30 Dias	PROCESO DEL ENSAYO											
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CAPAS</th> <th>N° GOLPES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>25</td></tr> <tr><td>2</td><td>25</td></tr> <tr><td>3</td><td>25</td></tr> </tbody> </table>	CAPAS	N° GOLPES	1	25	2	25	3	25			
		CAPAS	N° GOLPES										
		1	25										
		2	25										
3	25												
CONSISTENCIA EN CONO <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Consistencia</th> <th>Asentamiento (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Seca</td><td>0 - 2</td></tr> <tr><td>Plastica</td><td>3 - 5</td></tr> <tr><td>Blanda</td><td>6 - 9</td></tr> <tr><td>Fluida</td><td>10 - 15</td></tr> <tr><td>Líquida</td><td>≥16</td></tr> </tbody> </table>		Consistencia	Asentamiento (cm)	Seca	0 - 2	Plastica	3 - 5	Blanda	6 - 9	Fluida	10 - 15	Líquida	≥16
		Consistencia	Asentamiento (cm)										
		Seca	0 - 2										
		Plastica	3 - 5										
		Blanda	6 - 9										
Fluida	10 - 15												
Líquida	≥16												
ASENTAMIENTO DEL C° <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>SLUMP (Cm) N°01</td><td>9.80</td></tr> <tr><td>SLUMP (Cm) N°02</td><td>10.20</td></tr> <tr><td>SLUMP (Cm) N°03</td><td>9.90</td></tr> <tr><td>SLUMP (Cm) PROM.</td><td>10.00</td></tr> <tr><td>CONSISTENCIA (PLG) PROM.</td><td>4.02</td></tr> </tbody> </table>		SLUMP (Cm) N°01	9.80	SLUMP (Cm) N°02	10.20	SLUMP (Cm) N°03	9.90	SLUMP (Cm) PROM.	10.00	CONSISTENCIA (PLG) PROM.	4.02		
		SLUMP (Cm) N°01	9.80										
		SLUMP (Cm) N°02	10.20										
SLUMP (Cm) N°03	9.90												
SLUMP (Cm) PROM.	10.00												
CONSISTENCIA (PLG) PROM.	4.02												

OBSERVACIONES:

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
 Andrés Angel Llaguno Puma
 Exp. Control de Calidad
 CIP N° 226200

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
 Dagoberto A. Apaza Velasquez
 Técnico de Laboratorio Geotecnia
 Suelos y Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYOS	
CONTROL	
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035
TESIS	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTES PERIODOS DE ALMACENAMIENTO EMPLEADOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023"
	TESISTA(S) - BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL THONY - BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FEHA DE ENSAYO	10-Feb-24

DOSIFICACION Cemento Vencido En 60 Dias



PROCESO DEL ENSAYO	
CAPAS	Nº GOLPES
1	25
2	25
3	25

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 - 2
Plástica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 - 15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (Cm) N°01	15.26
SLUMP (Cm) N°02	15.31
SLUMP (Cm) N°03	15.14
SLUMP (Cm) PROM.	15.20
CONSISTENCIA (PLG) PROM.	6.02

OBSERVACIONES:

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.

 Andrés Angel Luque Puma
 Ing. Consultoría y Control de Calidad
 CIP N° 325266

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.

 Bach. Paricahua Laura Paul Thony
 Técnico de Laboratorio Costeado
 Suelos y Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYOS		
CONTROL		
ENSAYO	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
NORMA	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
TESIS	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP CON DIFERENTES PERIODOS DE ALMACENAMIENTO EMPLEADOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, JULIACA 2023"	
	TESISTA(S)	- BACH. PARICAHUA LAURA, PAUL THONY - BACH. VELARDE VILCA, MAURO
FEHA DE ENSAYO	10-Feb-24	

DOSIFICACION	Cemento Vigente	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROCESO DEL ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>CAPAS</th> <th>N° GOLPES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	PROCESO DEL ENSAYO		CAPAS	N° GOLPES	1	25	2	25	3	25
PROCESO DEL ENSAYO												
CAPAS	N° GOLPES											
1	25											
2	25											
3	25											

1 Colocar cono de asentamiento o Abrams.

2 Llenar el concreto en 3 capas, 25 varilladas por capa.

3 Retirar el molde.

4 Medir el asentamiento del concreto.

CONSISTENCIA EN CONO	
Consistencia	Asentamiento (cm)
Seca	0 - 2
Plástica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10 - 15
Líquida	≥16

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (Cm) N°01	8.90
SLUMP (Cm) N°02	8.80
SLUMP (Cm) N°03	9.40
SLUMP (Cm) PROM.	9.00
CONSISTENCIA (PLG) PROM.	3.54

OBSERVACIONES:

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
Andrés Angel Luján Puma
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP N° 325266

CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L.
Marcela Belasquez
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP N° 325266

Anexo 7. Certificado de calibración de equipos de laboratorio

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

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2023
Pág. 1 de 3

Expediente:	S-0023-2023
OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS
Rangos	101972.0 kgf
Dirección de carga	Ascendente
FABRICANTE	PYS EQUIPOS
Modelo	STYE-2000
Serie	190216
Transductor (Modelo // Serie)	NO INDICA
Capacidad	2000 kN
Ubicación	JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA
Codigo Identificacion	NO INDICA
Norma utilizada	ASTM E4; ISO 7500-1
Intervalo calibrado	Escala (s) 101 972 kgf De 10 000 a 100 000 kgf
Temperatura de prueba °C	Inicial 28,5 Final 28,7
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento
Solicitante	CONSTRUCTORA GEOMID & LAB E.I.R.L
Dirección	JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Ciudad	JULIACA
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	CELDA DE CARGA Código MF-02 // C-0208 Certif. de calibr. INF-LE 050-20A PUCP
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)
FECHA DE CALIBRACION	2023/11/13
FECHA DE EMISION	2023/11/15
FIRMAS AUTORIZADAS	


Jefe de Metrología
Luigi Asejo G.


LABORATORIO DE METROLOGÍA
FUERZA

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

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2023

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

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

Indicación de la máquina			Indicaciones del instrumento patrón				
(F _i)			0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10 197	103.3	102.2	No aplica	102.0	No aplica
20	200.00	20 394	206.6	206.1	No aplica	205.9	No aplica
30	300.00	30 591	310.4	309.5	No aplica	309.4	No aplica
40	399.99	40 788	413.8	412.9	No aplica	412.8	No aplica
50	499.99	50 985	516.1	514.8	No aplica	515.0	No aplica
60	599.99	61 182	618.4	617.2	No aplica	617.5	No aplica
70	699.99	71 379	720.6	722.7	No aplica	719.9	No aplica
80	799.99	81 576	822.9	822.6	No aplica	822.2	No aplica
90	899.99	91 773	921.0	920.7	No aplica	920.4	No aplica
100	999.98	101 970	1019.2	1018.7	No aplica	1018.6	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 1000.00 kN Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina			Cálculo de errores relativos				Resolución
(F _i)			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100.00	10 197	-2.43	1.31	No aplica	No aplica	0.10
20	200.00	20 394	-3.01	0.31	No aplica	No aplica	0.05
30	300.00	30 591	-3.15	0.32	No aplica	No aplica	0.03
40	399.99	40 788	-3.19	0.23	No aplica	No aplica	0.02
50	499.99	50 985	-2.97	0.26	No aplica	No aplica	0.02
60	599.99	61 182	-2.87	0.20	No aplica	No aplica	0.02
70	699.99	71 379	-2.92	0.39	No aplica	No aplica	0.01
80	799.99	81 576	-2.74	0.08	No aplica	No aplica	0.01
90	899.99	91 773	-2.25	0.07	No aplica	No aplica	0.01
100	999.98	101 970	-1.85	0.06	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Aserjo S. • FUERZA •

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2023

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	101972.0	kgf		
Error de exactitud	-2.43 %		Error de cero	0
Error de repetibilidad	1.31 %		Error por accesorios	0 %
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.05 En el 20 %

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

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Católica de Peru.

OBSERVACIONES .

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

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-064-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0586	<p>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).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC 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 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>
2. Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
3. Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30 (JULIACA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30	
N° de serie	8340110203	
Identificación	EQ-BAL-005 (*)	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Capacidad mínima	200 g	
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2024-02-05	

Fecha de Emisión

2024-02-08



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08/02/2024 07:19:29-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-064-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Instalaciones de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicado en Jr. 16 de Diciembre Mz. A Lt. 30 Puno - San Roman - Juliaca

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,8 °C
Humedad relativa	35 %	35 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1254-MPES-C-2023
PESATEC	Pesa de 10 kg de clase M1	0933-MPES-C-2023
PESATEC	Pesa de 20 kg de clase M1	0944-MPES-C-2023
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-1456-2023

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
 - En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
 - Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 29998 g)
 - El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
 - Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
 - En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 13 °C
 - Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a $0,00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
 - El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
 - El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
 - El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable por los datos suministrados por el cliente.
- (*) Identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-064-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	Tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C	Humedad	35,0 %	35,0 %

Carga L1		15 000,4 g		
I	ΔL	E		
g	g	g		
15 000	0,3	-0,2		
15 001	0,8	0,3		
15 000	0,9	-0,8		
15 001	0,2	0,9		
15 000	0,6	-0,5		
15 000	0,3	-0,2		
15 001	0,7	0,4		
15 000	0,4	-0,3		
15 001	0,5	0,6		
15 000	0,2	-0,1		
Dif Máx. Encontrada		1,7		
EMP		20		

Carga L2		30 000,2 g		
I	ΔL	E		
g	g	g		
30 000	0,7	-0,4		
30 001	0,2	1,1		
30 000	0,8	-0,5		
30 000	0,3	0,0		
30 001	0,7	0,6		
30 001	0,6	0,7		
29 999	0,3	-1,0		
30 000	0,2	0,1		
30 000	0,8	-0,5		
30 000	0,5	-0,2		
Dif Máx. Encontrada		2,1		
EMP		30		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,8 °C	Humedad	35,0 %	35,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E _c g
1	100,0	100	0,3	0,2	10 000,1	10 001	0,3	1,1	0,9
2		101	0,8	0,7		10 000	0,7	-0,3	-1,0
3		100	0,2	0,3		10 000	0,2	0,2	-0,1
4		100	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,2	0,0
5		101	0,6	0,9		10 001	0,3	1,1	0,2
Error máximo permitido (±)									20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-064-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,8 °C	21,8 °C	Humedad	35,0 %	36,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀ 100,0	101	0,3	1,2						
200,0	200	0,7	-0,2	-1,4	201	0,3	-1,2	0,0	10
3 000,0	3 001	0,2	1,3	0,1	3 000	0,7	-0,2	-1,4	10
6 000,3	5 999	0,5	-1,3	-2,5	6 001	0,6	0,6	-0,6	20
9 000,3	9 001	0,8	0,4	-0,8	8 999	0,5	-1,3	-2,5	20
12 000,1	12 000	0,3	0,1	-1,1	12 001	0,2	1,2	0,0	20
15 000,4	15 001	0,6	0,5	-0,7	15 000	0,7	-0,6	-1,8	20
17 000,4	17 001	0,2	0,9	-0,3	17 001	0,4	0,7	-0,5	20
20 000,1	19 999	0,8	-1,4	-2,6	20 001	0,8	0,6	-0,6	20
25 000,4	25 000	0,3	-0,2	-1,4	24 999	0,3	-1,2	-2,4	30
30 000,2	30 000	0,5	-0,2	-1,4	30 000	0,5	-0,2	-1,4	30

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,92 \text{ g}^2 + 0,0000000051 * R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000068 * R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. 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%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/02

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30 (JULIACA)
PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **TERMÓMETRO AMBIENTAL**

Identificación NO INDICA

Marca BOECO

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Indicador DIGITAL

Alcance 0 °C a 60°C

Resolución 0.1 °C

Sensor SONDA

Procedencia CHINA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOE 30 - JULIACA - SAN
ROMAN - PUNO

Fecha de calibración 2023/06/02

Método/Procedimiento de calibración
Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012 ,
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto
Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. *[Firma]* Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 14 °C	Final: 14 °C
Humedad Relativa	Inicial: 36 %hr	Final: 36 %hr

Resultados

TEMPERATURA

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Patrón	Corrección °C
N° 01	19.9	19.8	-0.1
N° 02	20.3	20.2	-0.1
N° 03	19.7	19.8	0.1

Corrección en la Lectura (°C) ± 0.1

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Hugo Luis Arevalo Carabaz
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LT-024-2023

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/02

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30 (JULIACA)
PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **TERMÓMETRO**

Identificación NO INDICA

Marca BOECO

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Indicador DIGITAL

Alcance -50 °C a 300°C

Resolución 0.1 °C

Sensor VASTAGO - 30 CM

Procedencia CHINA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOE 30 - JULIACA - SAN
ROMAN - PUNO

Fecha de calibración 2023/06/02

Método/Procedimiento de calibración
Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012 ,
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto
Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo *[Signature]* Camilla
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 13 °C	Final: 13 °C
Humedad Relativa	Inicial: 36 %hr	Final: 36 %hr

Resultados

TEMPERATURA

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Patrón	Corrección °C
N° 01	111.8	111.6	-0.2
N° 02	111.6	111.9	0.3
N° 03	111.7	111.9	0.2

Corrección en la Lectura (°C) ± 0.3

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-674-2023

Página 1 de 2

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/02

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30 (JULIACA)
PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición VERNIER

Identificación NO INDICA

Marca LITZ

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Sistema ANÁLOGO

Medida 12 in

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de calibración JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOE 30 - JULIACA -
SAN ROMAN - PUNO

Fecha de calibración 2023/06/02

Método/Procedimiento de calibración
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el
método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de
Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	BLOQUES PATRONES	LLA-150-2022
Patrones de referencia de INACAL	ANILLO PATRON	LLA-198-2022
Patrones de referencia de INACAL	VARILLA PATRON	LLA-182-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 13 °C Final: 14 °C
Humedad Relativa Inicial: 36 %hr Final: 36 %hr

Resultados

TABLA N° 01
VERIFICACIÓN

Bloque Patrón	Indicación Promedio del Pie de Rey (mm)			Máximo error encontrado (± mm)	Máximo error permitido (± mm)
	Punto I	Punto II	Punto III		
10.00	10.08	10.06	10.04	-0.06	0.05
20.00	20.03	20.06	20.06	-0.05	0.05
50.00	50.03	50.01	50.07	-0.04	0.05
100.00	100.06	100.10	100.09	-0.08	0.05
150.00	150.09	150.10	150.08	-0.09	0.05
200.00	200.06	200.03	200.05	-0.05	0.05

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN 0.017105

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



LABORATORIO DE TEMPERATURA LT-1470-2023

Página 1 de 4

Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.C.R.L	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.
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	
Equipo	HORNO	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.
Marca	PYS EQUIPOS	
Modelo	STHZ-1A	P Y S EQUIPOS E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Serie	2205149	
Procedencia	CHINA	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).
Identificación	N/I	
Ventilación	FORZADA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Ubicación	Laboratorio de Temperatura de P Y S EQUIPOS E.I.R.L	
Instr.de medida	Termómetro	
Alcance	50°C hasta 300°C	
Resolución	0.1 °C	
Marca	N/I	
Selector	Digital	
Alcance	50°C hasta 300°C	
Div. Escala	0.1 °C	
Marca	AUT COMP	
Carga	STHZ-1A	
Fecha de calibración	02/12/2023	
Lugar	Laboratorio de Temperatura de P Y S EQUIPOS E.I.R.L Calle 4, Mz F1 Lt.5 Urb. Virgen del Rosario "S.M.P" - Lima Peru	
Método utilizado	Método de comparación según el PC-018 2da edición, junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermicos con aire como medio termóstatico" publicada por el snm/INDECOPI.	



EPP

Revisado y firmado digitalmente por:
Eier Pozo S.
Dpto. Metrología

Calibrado y firmado digitalmente por:
Javier Negron C.
Dpto. Metrología



Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	23.8	24
Humedad Relativa (%)	64	62

Patrones de referencia:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Cert. de calibración
Lab. De temperatura de DSI PERÚ AUTOMATION	Termómetro de indicación digital Lutron con sensor tipo "T", resolución 0.1°C, Incertidumbre de 0.12 °C	T-0030-2023
Lab. De Temperatura y humedad METROIL	Termohigrómetro digital con incertidumbres 0.3°C / 2.8%	1AT - 1184 - 2023

Distribución de los termopares dentro del medio isotermico



Los termopares 5 y 10 se encuentran ubicados al centro de sus respectivos niveles
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a "C" cm de las paredes laterales y a "D" cm del frente y fondo de la estufa

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



Resultados de medición

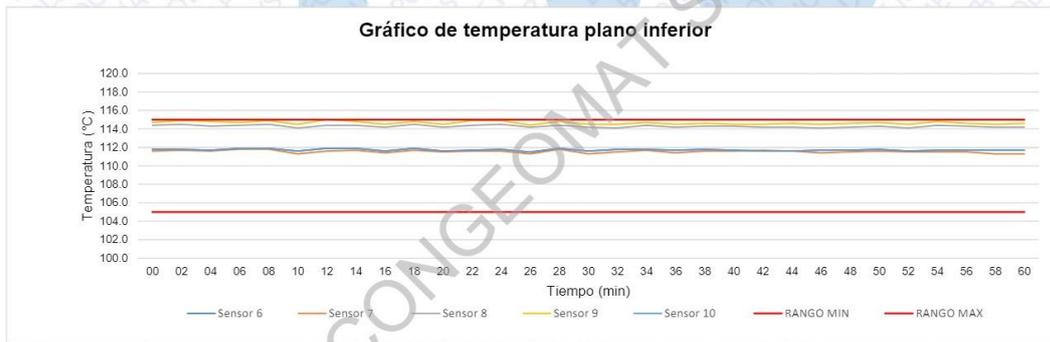
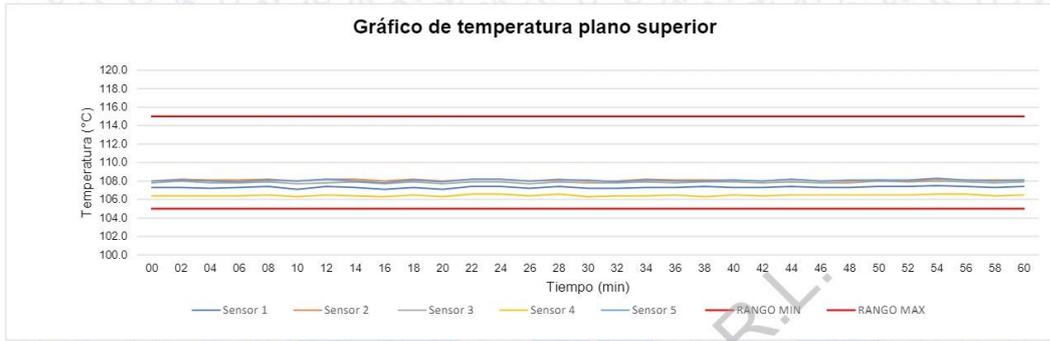
Temperatura de trabajo	Posición del controlador/Selector	Tiempo de calentamiento estabilización	Control de temperatura
110°C ± 5°C	110°C	3 horas	Electrónico

Tiempo (min)	T ind. (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
00	110	107.3	108.0	107.8	106.4	108.0	111.8	111.6	114.4	114.7	111.8	110.2	8.3
02	110	107.3	108.2	108.0	106.4	108.1	111.8	111.7	114.5	114.9	111.8	110.3	8.5
04	110	107.2	108.1	107.8	106.4	108.0	111.7	111.6	114.3	114.8	111.7	110.2	8.4
06	110	107.3	108.1	107.8	106.4	107.9	111.9	111.8	114.4	114.7	111.9	110.2	8.3
08	110	107.4	108.2	107.9	106.5	108.1	111.9	111.8	114.5	114.9	111.9	110.3	8.4
10	110	107.1	108.0	107.7	106.3	108.0	111.6	111.3	114.1	114.5	111.6	110.0	8.2
12	110	107.4	108.2	107.8	106.5	108.2	111.9	111.6	114.4	115.0	111.9	110.3	8.5
14	110	107.3	108.2	107.9	106.4	108.0	111.9	111.7	114.4	114.8	111.9	110.3	8.4
16	110	107.1	108.0	107.7	106.3	107.8	111.6	111.4	114.2	114.5	111.6	110.0	8.2
18	110	107.3	108.2	107.9	106.5	108.1	111.9	111.7	114.5	114.8	111.9	110.3	8.3
20	110	107.1	108.0	107.7	106.3	107.9	111.6	111.5	114.2	114.5	111.6	110.0	8.2
22	110	107.4	108.2	107.9	106.6	108.2	111.7	111.6	114.4	114.9	111.7	110.3	8.3
24	110	107.4	108.2	107.9	106.6	108.2	111.8	111.6	114.5	114.9	111.8	110.3	8.3
26	110	107.2	108.0	107.7	106.4	108.0	111.5	111.3	114.2	114.4	111.5	110.0	8.0
28	110	107.4	108.2	107.9	106.6	108.1	111.9	111.8	114.4	114.8	111.9	110.3	8.2
30	110	107.2	108.0	107.8	106.3	108.1	111.6	111.3	114.2	114.5	111.6	110.1	8.2
32	110	107.2	108.0	107.8	106.4	107.9	111.8	111.5	114.1	114.5	111.8	110.1	8.1
34	110	107.3	108.2	107.9	106.4	108.1	111.8	111.7	114.4	114.7	111.8	110.2	8.3
36	110	107.3	108.1	107.8	106.5	108.0	111.7	111.4	114.2	114.5	111.7	110.1	8.0
38	110	107.4	108.1	107.9	106.3	108.0	111.8	111.6	114.3	114.6	111.8	110.2	8.3
40	110	107.3	108.1	107.9	106.5	108.1	111.7	111.6	114.3	114.5	111.7	110.2	8.0
42	110	107.3	108.0	107.8	106.4	108.0	111.6	111.7	114.2	114.5	111.6	110.1	8.1
44	110	107.4	108.2	107.9	106.5	108.2	111.6	111.6	114.2	114.6	111.6	110.2	8.1
46	110	107.3	108.0	107.8	106.5	108.0	111.7	111.4	114.1	114.5	111.7	110.1	8.0
48	110	107.3	108.0	107.8	106.5	108.1	111.7	111.5	114.2	114.6	111.7	110.1	8.1
50	110	107.4	108.1	108.0	106.5	108.1	111.8	111.6	114.3	114.7	111.8	110.2	8.2
52	110	107.4	108.0	107.9	106.5	108.1	111.6	111.5	114.1	114.5	111.6	110.1	8.0
54	110	107.5	108.2	108.0	106.6	108.3	111.7	111.5	114.4	114.8	111.7	110.3	8.2
56	110	107.4	108.1	107.9	106.6	108.1	111.7	111.5	114.3	114.6	111.7	110.2	8.0
58	110	107.3	108.1	107.8	106.4	108.0	111.7	111.3	114.2	114.5	111.7	110.1	8.1
60	110	107.4	108.1	107.9	106.5	108.1	111.7	111.3	114.2	114.6	111.7	110.2	8.1
T.PROM	110.0	107.3	108.1	107.8	106.5	108.1	111.7	111.5	114.3	114.7	111.7		
T.MAX	110	107.5	108.2	108.0	106.6	108.3	111.9	111.8	114.5	115.0	111.9		
T.MIN	110	107.1	108.0	107.7	106.3	107.8	111.5	111.3	114.1	114.4	111.5		
DTT	0	0.4	0.2	0.3	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.6	0.4		

Parametro	Valor (°C)	Incertidumbre
Máxima Temperatura medida	115.0	0.2
Mínima Temperatura medida	106.3	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.2	0.2
Estabilidad Medida (+/-)	0.2	0.0
Uniformidad medida	8.5	0.2



Distribución de la temperatura



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 componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Observaciones:

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

FIN DEL DOCUMENTO



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-030-2023

Página 1 de 5

Fecha de emisión 2023/07/22

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **HORNO DE LABORATORIO**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo HR701

Serie 1201

Cámara 85 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro AUTONICS

Modelo TCN4S

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración 2023/07/22

Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios
isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido
de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMI-030-2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 14,1 °C Final: 15,3 °C
 Humedad Relativa Inicial: 63 %hr Final: 63 %hr

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	108,8	113,6	110,1	113,3	111,2	109,6	107,4	113,3	111,6	107,5	110,6	6,2
00:02	110	112,3	114,2	106,3	113,2	111,7	113,9	110,9	107,5	114,7	111,8	111,7	8,4
00:04	110	109,5	114,0	108,9	106,1	112,1	111,2	106,9	107,1	107,9	113,6	109,7	7,9
00:06	110	107,3	111,3	113,5	112,5	111,4	108,0	108,2	111,9	112,5	107,1	110,4	6,4
00:08	110	106,2	110,7	112,1	114,0	107,7	107,9	110,4	109,4	107,3	111,1	109,7	7,8
00:10	110	109,7	108,7	112,1	111,0	114,7	110,6	113,7	110,0	106,7	112,2	110,9	8,0
00:12	110	113,4	109,3	108,6	113,7	114,6	109,2	112,7	114,4	109,1	106,9	111,2	7,7
00:14	110	112,9	114,6	109,0	114,1	106,7	109,1	111,8	111,7	110,6	114,6	111,5	7,9
00:16	110	108,5	106,4	112,2	112,3	111,8	110,5	112,8	111,1	110,0	108,3	110,4	6,2
00:18	110	106,0	111,9	111,7	107,5	109,4	107,1	108,8	111,0	108,6	107,1	108,9	5,9
00:20	110	110,8	107,9	111,6	114,3	113,2	111,0	108,0	107,3	106,4	110,2	110,1	7,9
00:22	110	114,4	110,1	112,0	113,0	114,6	109,2	114,9	114,1	107,8	113,5	112,4	7,1
00:24	110	110,0	112,9	106,2	107,1	113,2	113,4	114,3	114,3	108,2	106,1	110,6	8,2
00:26	110	108,7	109,7	111,9	112,4	114,6	107,4	108,7	108,4	114,8	113,0	111,0	7,4
00:28	110	114,4	108,8	107,0	107,8	112,1	113,0	114,2	107,1	106,4	110,5	110,1	8,0
00:30	110	110,5	112,3	110,8	106,2	107,3	112,9	108,2	108,7	112,6	114,6	110,4	8,4
00:32	110	114,5	106,6	107,7	108,0	109,8	111,2	109,3	112,8	107,6	109,0	109,6	7,9
00:34	110	109,9	109,9	109,0	114,7	108,0	109,2	114,1	113,9	108,7	111,7	110,9	6,7
00:36	110	109,0	114,3	110,5	111,7	107,7	109,8	108,8	112,1	108,3	114,9	110,7	7,2
00:38	110	110,5	113,9	111,9	106,2	111,1	109,0	114,3	106,1	111,1	113,1	110,9	8,2
00:40	110	110,8	106,7	113,0	114,0	108,2	106,8	106,8	114,3	107,5	114,8	110,2	8,7
00:42	110	113,3	107,5	114,3	109,5	113,1	108,2	106,1	112,3	106,8	107,0	109,8	8,2
00:44	110	108,7	106,9	109,3	111,1	108,0	106,4	112,9	112,9	106,7	106,3	108,9	6,6
00:46	110	114,1	111,0	110,1	110,1	111,8	110,3	108,6	109,6	109,8	111,4	110,7	5,5
00:48	110	111,2	112,4	113,5	113,6	106,2	113,9	113,5	109,6	111,0	113,7	111,9	7,7
00:50	110	114,4	111,1	111,9	109,8	111,5	111,3	106,9	115,0	113,4	108,6	111,4	8,1
T. PROMP	110	110,7	110,6	110,6	111,1	110,8	110,0	110,5	111,0	109,5	110,7	110,6	
T. MAX	110	114,5	114,6	114,3	114,7	114,7	113,9	114,9	115,0	114,8	114,9		
T. MIN	110	106,0	106,1	106,2	106,1	106,2	106,4	106,1	106,1	106,4	106,1		

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmi Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

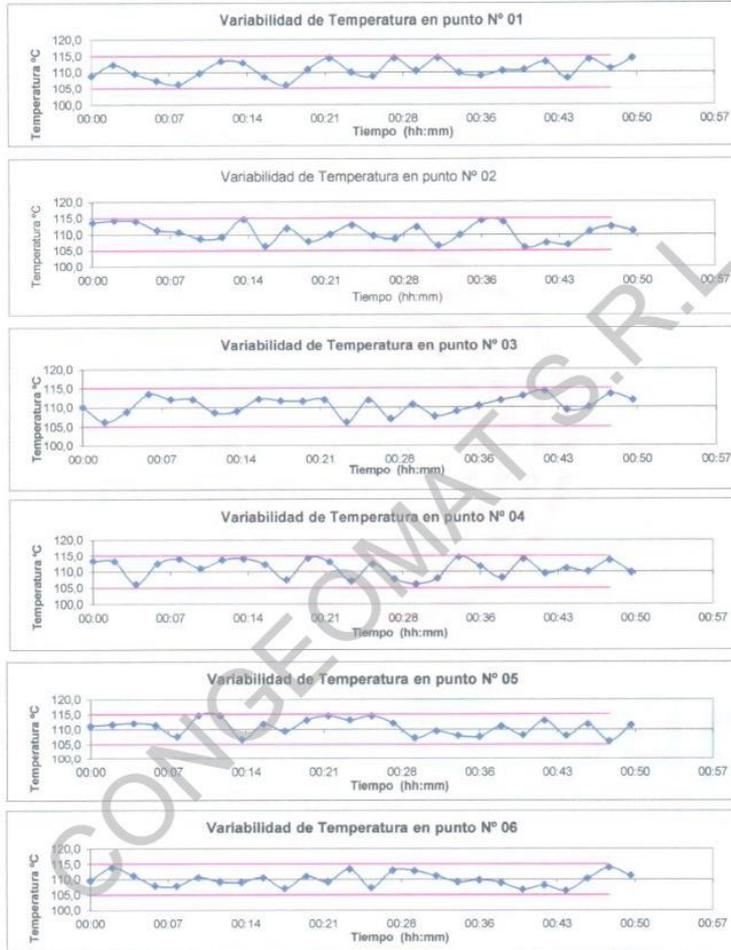
ARSOU GROUP S.A.C.





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO

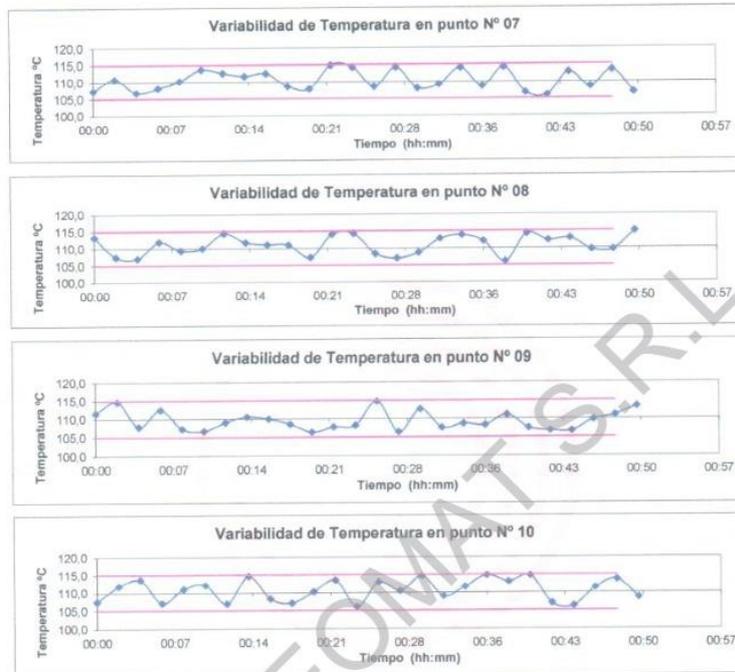


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
H. Hugo Luis Arávalo Carnica
M.D. 102171114



Arsou Group
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR

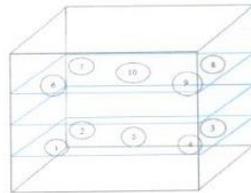


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
[Signature]
Luis Arevalo Carrion
S.A.C.



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

IMAGEN



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ingeniero Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/08/01

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 3100 g

**División de escala
Resolución** 0,1 g

**División de verificación
(e)** 0,1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo PAJ3102

N° de serie 33181026

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración 2023/08/01

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 14,3 °C Final: 14,4 °C
Humedad Relativa Inicial: 24 %hr Final: 24 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 1550 g			Carga L1= 3100 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1550,0	0,001	-0,001	3100	0,005	-0,002
2	1550,0	0,002	-0,004	3100	0,004	-0,004
3	1550,0	0,004	-0,005	3100	0,006	-0,004
4	1550,0	0,003	-0,007	3100	0,003	-0,009
5	1550,0	0,003	-0,009	3100	0,005	-0,012
6	1550,0	0,004	-0,001	3100	0,007	-0,014
7	1550,0	0,004	-0,004	3100	0,003	-0,010
8	1550,0	0,007	-0,008	3100	0,005	-0,009
9	1550,0	0,006	-0,004	3100	0,004	-0,007
10	1550,0	0,005	-0,003	3100	0,004	-0,008

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
1550	0	0,05
3100	0	0,3



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0,001	-0,001	500	500	0,005	-0,003	0,002
2		1	0,005	-0,004		500	0,003	-0,002	0,003
3		1	0,004	0,003		500	0,002	-0,001	-0,002
4		1	0,006	0,002		500	0,002	0,002	0,005
5		1	0,004	-0,003		500	0,005	-0,001	0,002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,0	1,0	0,004	-0,002						0,05
10,0	10,0	0,006	0,003	0,004	10,0	0,006	0,002	0,004	0,05
20,0	20,0	0,002	-0,004	0,003	20,0	0,005	0,0001	-0,003	0,05
50,0	50,0	0,002	0,003	0,005	50,0	0,009	-0,004	-0,003	0,05
100,0	100,0	0,003	0,005	0,006	100,0	0,005	0,003	0,001	0,05
200,0	200,0	0,001	0,004	0,002	200,0	0,004	-0,004	0,001	0,05
500,0	500,0	0,003	0,005	0,003	500,0	0,004	0,004	0,004	0,05
1000,0	1000,0	0,004	0,005	0,002	1000,0	0,005	-0,005	-0,002	0,02
2000,0	2000,0	0,008	0,006	0,003	2000,0	0,003	-0,004	-0,001	0,3
3000,0	3000,0	0,015	0,007	0,001	3000,0	0,014	-0,009	-0,02	0,3
3100,0	3100,0	0,012	0,005	0,005	3100,0	0,006	0,008	-0,09	0,3

Leyenda

I: Indicación de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado
E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_e = 2 \cdot \sqrt{0,00168 \text{ g}^2 + 0,000000098609 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 7,438608931 \text{ R}$



Observaciones R: Indicación de lectura de balanza (g)

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-034-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

- Expediente: 0586
- Solicitante: CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
- Dirección: JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30 (JULIACA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
- Instrumento calibrado: **MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)**
Marca: ARSOU GROUP
Modelo: PC2V
N° de serie: 2073
Identificación: EQ-PHA-001
Procedencia: Perú
Intervalo de indicación: 0 kgf a 120000 kgf
Resolución: 10 kgf
Clase de exactitud: No indica
Modo de fuerza: Compresión
Indicador Digital
Marca: WEIGHT INDICATOR Serie: 1940301040
Modelo: X8 Resolución: 10 kgf
Dial de desplazamiento
Marca: No indica Serie: No indica
Modelo: No indica
- Fecha de calibración: 2024-02-05

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

CALIBRATEC 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.

Fecha de Emisión

2024-02-19

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-F-034-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Instalaciones de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicado en Jr. 16 de Diciembre Mz. A Lt. 30 Puno - San Roman - Juliaca

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	18,8 °C	18,8 °C
Humedad relativa	35 %	35 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-034-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón						Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios	Promedio	
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf
10	10000	10041	10036	10041	--	--	10040	-40
20	20000	20029	20024	20009	--	--	20020	-20
30	30000	29995	30000	30000	--	--	29999	1
40	40000	40001	39996	40001	--	--	40000	0
50	50000	49981	49996	50001	--	--	49993	7
60	60000	59971	59991	60011	--	--	59991	9
70	70000	69990	70000	70005	--	--	69998	2
80	80000	80003	80009	80024	--	--	80012	-12
90	90000	90011	90021	90026	--	--	90020	-20
100	99000	99036	99041	99051	--	--	99043	-43

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf	%	%	%	%	%	%
10	10000	-0,40	0,05	--	0,10	--	0,95
20	20000	-0,10	0,10	--	0,05	--	0,54
30	30000	0,00	0,02	--	0,03	--	0,41
40	40000	0,00	0,01	--	0,03	--	0,36
50	50000	0,01	0,04	--	0,02	--	0,34
60	60000	0,01	0,07	--	0,02	--	0,32
70	70000	0,00	0,02	--	0,01	--	0,31
80	80000	-0,01	0,03	--	0,01	--	0,30
90	90000	-0,02	0,02	--	0,01	--	0,30
100	99000	-0,04	0,02	--	0,01	--	0,30

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-F-034-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. 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%.

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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

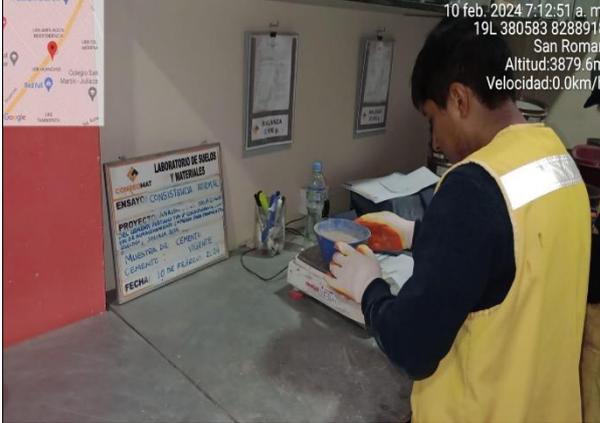
Anexo 8. Panel fotográfico





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 7. Pesado de la muestra de cemento



Figura 8. Tamizado de la muestra de cemento



Figura 9. Preparación de los componentes del concreto



Figura 10. Rotura de las briquetas de concreto



Figura 11. Rotura de las briquetas de concreto



Figura 12. Curado de las probetas de concreto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Figura 13. Cemento empleado para el cálculo del peso específico



Figura 14. Curado de los cubos de mortero de cemento



Figura 15. Curado de los cubos de mortero de cemento



Figura 16. Rotura del cubo de mortero de cemento



Figura 17. Medición de los lados de los cubos de mortero de cemento



Figura 18. Secado de la muestra de cemento luego del tamizaje



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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



Fotografía 19. Pesado del tamiz en la balanza electrónica



Figura 20. Rotura de los cubos de mortero de cemento



Figura 21. Cemento vigente empleado para los ensayos (02-05-2024)



Figura 22. Cemento con 30 días de expiración (09-02-2024)



Figura 23. Cemento con 60 días de expiración (12-12-2023)



Figura 24. Cemento con 90 días de expiración (20-10-2023)

Anexo 9. Reporte de similitud de Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=2550158001&u=1088032488&ro=103&lang=es&bs=1

feedback studio MAURO VELARDE VILCA | Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juli... /100 1 de 32

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las Propiedades del Cemento Portland Tipo IP con diferentes Periodos de Almacenamiento empleados en Pavimentos Rígidos, Juliaca 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Parichua Laura, Paul Thony (<https://orcid.org/0009-0000-8724-9973>)
Velarde Vilca, Mauro (<https://orcid.org/0009-0005-8963-7714>)

ASESOR:
Ing. Otaré Pinares, Jorge Richard (<https://orcid.org/0000-0001-5699-1323>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño de Infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ
2024

Resumen de coincidencias
20 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver Fuentes en inglés

Coincidencias

Número	Fuente	Porcentaje
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
7	dspace.untr.u.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
9	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
11	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 59 | Número de palabras: 16325 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado | 08:29 12/12/2024