



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Influencia del dióxido de titanio y la radiación infrarroja
en el comportamiento físico, mecánico y químico del
pavimento semirrígido, Puno – 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Apaza Quispe, Alber Milton (orcid.org/0009-0003-3825-8525)

Mamani Mamani, Rene Oswaldo (orcid.org/0009-0001-7991-2314)

ASESOR:

Mg. Huaroto Casquillas, Enrique Eduardo (orcid.org/0000-0002-8757-6621)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CALLAO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

En primer lugar, a mis queridas hijas, Ivanna y Alessia, cuya alegría y vitalidad han sido mi luz constante, a mi amada esposa, Miriam, por ser mi compañera de vida y por brindarme su apoyo incondicional, tu paciencia, comprensión y aliento constante han sido pilares fundamentales, a mis padres, Eduardo y Carmen, por brindarme su confianza a mis hermanas, Nancy y Nayelly, por estar siempre a mi lado, ofreciendo su respaldo en cada paso su presencia ha sido un recordatorio constante de la importancia de la familia en este viaje

Alber Milton

A Dios, por quien soy, a mi madre por el sacrificio, paciencia y aliento constante han sido la chispa que encendió mi determinación, a mis queridas mascotas compañeros leales en cada página escrita, en cada desafío superado y a mis amigos.

Gracias por todo.

Rene Oswaldo

AGRADECIMIENTO

A Dios por haber guiado cada uno de mis pasos hacia la realización de mi carrera profesional. Asimismo, quiero reconocer y agradecer a mi amigo, Rene, y al Magister Huaroto Casquillas, Enrique Eduardo, por su valiosa orientación y dirección en el desarrollo de esta investigación, basada en su experiencia profesional. Su guía ha sido esencial para el éxito de este proyecto.

Alber Milton

A Dios, cuya guía y fortaleza han iluminado mi camino durante esta travesía académica, a mi madre, mi más grande pilar de apoyo, mi agradecimiento no conoce límites.

Agradecimiento especial al Mg. Ing. Enrique Eduardo Huaroto Casquillas, por guiarnos en todo este proceso para convertirnos en ingenieros y poder contribuir a la sociedad.

Rene Oswaldo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HUAROTO CASQUILLAS ENRIQUE EDUARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023", cuyos autores son APAZA QUISPE ALBER MILTON, MAMANI MAMANI RENE OSWALDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 03 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HUAROTO CASQUILLAS ENRIQUE EDUARDO DNI: 08120578 ORCID: 0000-0002-8757-6621	Firmado electrónicamente por: EHUAROTOC el 04- 04-2024 17:35:25

Código documento Trilce: TRI - 0741558





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, APAZA QUISPE ALBER MILTON, MAMANI MAMANI RENE OSWALDO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 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
RENE OSWALDO MAMANI MAMANI DNI: 43204459 ORCID: 0009-0001-7991-2314	Firmado electrónicamente por: RENEM el 03-04-2024 18:18:51
ALBER MILTON APAZA QUISPE DNI: 44301361 ORCID: 0009-0003-3825-8525	Firmado electrónicamente por: AAPAZAQ el 03-04- 2024 18:10:23

Código documento Trilce: TRI - 0741555

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores	v
Índice de Contenido	vi
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de la investigación	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestro	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Métodos de análisis de datos	29
3.7. Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES	75
VII. RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Espesor nominal y resistencia a la compresión.....	9
Tabla 2. Tolerancia dimensional.....	10
Tabla 3. Absorción	10
Tabla 4. Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto.....	13
Tabla 5. Relación entre a/c y resistencia a la compresión a los 28 días de edad de curado	13
Tabla 6. Equivalencia de carga máxima a la resistencia de compresión	15
Tabla 7. cantidad total de muestras	22
Tabla 8. Preguntas formuladas para verificar la eficacia de los dispositivos utilizados para recabar información.....	24
Tabla 9. Escala de Likert.....	24
Tabla 10. Resumen de validación	25
Tabla 11. Interpretación del coeficiente de confiabilidad.....	25
Tabla 12. cuadro de confiabilidad de las fichas de recolección de datos	26
Tabla 13. Características y especificaciones del cemento portland tipo I, están establecidas en la NTP 334.009:2020.....	32
Tabla 14. Especificaciones técnicas del dióxido de titanio	34
Tabla 15. Especificaciones técnicas del horno radiación infrarroja	35
Tabla 16. Resultados del laboratorio de los agregados	40
Tabla 17. Se muestra los resultados del laboratorio para la dosificación del concreto.....	42
Tabla 18. Se muestra los resultados del laboratorio para la dosificación del concreto con aditivo del 7%.....	42
Tabla 19. Se muestra los resultados del laboratorio para la dosificación del concreto con aditivo del 10%.....	43
Tabla 20. Se muestra los resultados del laboratorio para la dosificación del concreto con aditivo del 13%.....	43
Tabla 21. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la resistencia a la compresion.....	48
Tabla 22. Resumen de datos recolectados resistencia a la compresion.....	48
Tabla 23. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para el modulo de elasticidad del concreto.	49
Tabla 24. Resumen de datos recolectados del modulo de elasticidad.....	50
Tabla 25. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la densidad del concreto.	51

Tabla 26. Resumen de datos recolectados de densidad.....	51
Tabla 27. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la porosidad del concreto.	52
Tabla 28. Resumen de datos recolectados de porosidad	53
Tabla 29. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la absorcion de agua en concreto.	54
Tabla 30. Resumen de datos recolectados de absorcion de agua en concreto. ...	54
Tabla 31. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la determinacion del pH en concreto.....	55
Tabla 32. Muestra los rdatos recolectados del reporte de laboratorio para la resistencia a ataque de sulfatos en concreto.	56
Tabla 33. Resumen de datos recolectados de rsistencia a los atques de sulfato en concreto.....	57
Tabla 34. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la densidad.	58
Tabla 35. Prueba de normaildad de Shapiro-Wilk.....	58
Tabla 36. correlacion de Pearson.....	59
Tabla 37. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la porosidad.	59
Tabla 38. Prueba de normaildad de Shapiro-Wilk.....	60
Tabla 39. correlacion de Pearson.....	60
Tabla 40. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la absorcion de agua.	61
Tabla 41. Prueba de normaildad de Shapiro-Wilk.....	61
Tabla 42. correlacion de Pearson.....	61
Tabla 43. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la resistencia a la compresion a los 7 dias.....	62
Tabla 44. Prueba de normaildad de Shapiro-Wilk.....	63
Tabla 45. correlacion de Pearson.....	63
Tabla 46. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la resistencia a la compresion a los 14 dias.....	64
Tabla 47. Prueba de normaildad de Shapiro-Wilk.....	64
Tabla 48. correlacion de Pearson.....	64
Tabla 49. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la resistencia a la compresion a los 28 dias.....	65
Tabla 50. Prueba de normaildad de Shapiro-Wilk.....	65
Tabla 51. correlacion de Pearson.....	66
Tabla 52. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y el modulo de elasticidad a los 28 dias.	66

Tabla 53. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	67
Tabla 54. correlacion de Pearson.....	67
Tabla 55. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y el pH.	68
Tabla 56. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	68
Tabla 57. correlacion de Spearman	69
Tabla 58. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y el grado de desintegracion.	69

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Imagen 1.</i> Se muestra el deterioro prematuro del adoquín de concreto.....	1
<i>Imagen 2.</i> Elementos estructurales de un pavimento semirrígido	8
<i>Imagen 3.</i> Espectro electromagnético.	12
<i>Imagen 4.</i> En la fotografía se muestra la cantera isla	30
<i>Imagen 5.</i> Se observa el agregado apilado en forma de cono.	30
<i>Imagen 6.</i> Se muestra al tesista extendiendo el agregado en forma de una plataforma.	31
<i>Imagen 7.</i> Se observa la división del agregado en 4 partes iguales.....	31
<i>Imagen 8.</i> Recolección de la muestra en bolsas de plástico.	32
<i>Imagen 9.</i> En la imagen se observa el cemento wari tipo I.	33
<i>Imagen 10.</i> La figura muestra el dióxido de titanio que se usó como aditivo	34
<i>Imagen 11.</i> Proceso de construcción del horno de rayo infrarrojo	35
<i>Imagen 12.</i> Horno de rayo infrarrojo.....	36
<i>Imagen 13.</i> Tamizado del agregado grueso.	37
<i>Imagen 14.</i> Se aprecia el agregado retenido en el tamiz 112".	37
<i>Imagen 15.</i> La muestra retenida es cuantificada en la balanza.....	38
<i>Imagen 16.</i> Pesado del agregado grueso en la balanza electrónica.	44
<i>Imagen 17.</i> Pesado del agregado fino en la balanza electrónica.	44
<i>Imagen 18.</i> Evidencia el pesado del cemento Wari tipo I.	44
<i>Imagen 19.</i> Se muestra el pesado del agua cuya densidad es 1g/cm^3	45
<i>Imagen 20.</i> Preparación de la mezcla de concreto 380kg/cm^2 para los adoquines.	45
<i>Imagen 21.</i> Preparación del molde de madera para adoquines de concreto	45
<i>Imagen 22.</i> Vertido del concreto fresco en el molde.	46
<i>Imagen 23.</i> Curado de la muestra patron.....	46
<i>Imagen 24.</i> Curado de la muestra con aditivo (TiO_2) dentro del horno de rayo infrarrojo a 25°C	46
<i>Imagen 25.</i> Muestra las 3 muestras patron con un curado de 7 días, las cuales fueron sometidas al prueba de laboratorio.	47
<i>Imagen 26.</i> Se observa la prueba de resistencia a la compresión de los especímenes sin aditivo a los 7 días.	47
<i>Imagen 27.</i> La grafica muestra la tendencia del aditivo a la resistencia ala compresion en funcion del tiempo.....	49
<i>Imagen 28.</i> La figura muestra la tendencia del aditivo (TiO_2) al modulo de elasticidad en funcion al porcentaje de aditivo.	50

<i>Imagen 29.</i> La grafica muestra la tendencia del aditivo a la densidad en funcion al porcentaje de aditivo.	52
<i>Imagen 30.</i> La grafica muestra la tendencia del aditivo a la porosidad en funcion al porcentaje de aditivo.	53
<i>Imagen 31.</i> La grafica muestra la tendencia del aditivo a la porosidad en funcion al porcentaje de aditivo.	55
<i>Imagen 32.</i> La grafica muestra la tendencia del aditivo al pH en funcion al porcentaje de aditivo.	56
<i>Imagen 33.</i> La grafica muestra la tendencia de la resistencia a los ataques de sulfato en funcion al porcentaje de aditivo.	57

RESUMEN

De la investigación desarrollada que es de tipo aplicativo – cuasiexperimental cuyo objetivo fue determinar influencia del dióxido de titanio y la radiación infrarroja en el comportamiento físico, mecánico y químico de los pavimentos semirrígidos, Las muestras, con concentraciones de 0%, 7%, 10%, y 13% de TiO_2 , fueron sometidas a un horno de rayo infrarrojo a 25 °C y 11KW de potencia, se realizaron ensayos para determinar las propiedades; Físicas: densidad, porosidad, absorción de agua, Mecánicas: resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, Químicas: pH, resistencia al ataque de sulfatos, evidenciando que a mayor adición de TiO_2 , la densidad baja, la absorción y porosidad aumenta, para la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad el porcentaje adecuado es del 7% de TiO_2 a mayor porcentaje de aditivo la resistencia y el módulo de elasticidad bajan; el pH aumenta y se mantiene constante, donde podemos indicar que el uso del dióxido de titanio (TiO_2) del 7% es favorable en concentraciones para mejorar sus propiedades físicas, mecánicas y químicas los pavimentos semirrígidos.

Palabras Clave: dióxido de titanio, radiación infrarroja, físicas, mecánicas, químicas.

ABSTRACT

The research developed is of an applicative - quasi-experimental type whose objective was to determine the influence of titanium dioxide and infrared radiation on the physical, mechanical and chemical behavior of semi-rigid pavements. The samples, with concentrations of 0%, 7%, 10% , and 13% TiO₂, were subjected to an infrared ray oven at 25 °C and 11KW of power, tests were carried out to determine the properties; Physical: density, porosity, water absorption, Mechanical: compression resistance, modulus of elasticity, Chemical: pH, resistance to sulfate attack, showing that the greater the addition of TiO₂, the density decreases, the absorption and porosity increases, for the compressive strength and modulus of elasticity, the appropriate percentage is 7% TiO₂, the higher the percentage of additive, the resistance and modulus of elasticity decrease; The pH increases and remains constant, where we can indicate that the use of 7% titanium dioxide (TiO₂) is favorable in concentrations to improve the physical, mechanical and chemical properties of semi-rigid pavements.

Keywords: titanium dioxide, infrared radiation, physical, mechanical, chemical.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el deterioro prematuro del pavimento semirrígido es un problema mundial que afecta a las vías urbanas de los países, algunos países están en la búsqueda constante de soluciones ante esta problemática, ofrecen soluciones como aditivos que mejoran la resistencia de concreto, pero, no obstante, no ante agentes de contaminación atmosférica (químicos y biológicos), los cuales empeoran la vida útil del pavimento.

En el Perú, el uso del pavimento semirrígido es común en ciudades turísticas, y el deterioro prematuro es un problema recurrente en las vías urbanas de las ciudades, generados por factores, tráfico de vehículos pesados, sustancias corrosivas y contaminación ambiental, además, de que no se realizan mantenimientos periódicos y no se implementan estrategias innovadoras para abordar el desgaste de los pavimentos.

En Puno el pavimento semirrígido es ampliamente utilizado en infraestructuras viales debido a su capacidad para soportar cargas pesadas y su resistencia al desgaste, además por temas de estética, pues Puno es una ciudad turística, sin embargo, su durabilidad y rendimiento a largo plazo pueden verse afectados por varios factores, tráfico de vehículos pesados, sustancias corrosivas (aceites y combustibles), efectos de clima, y contaminantes ambientales, Los cuales provocan el deterioro prematuro del pavimento, adicionando el costo de mantenimiento y la rehabilitación.

Imagen 1. Se muestra el deterioro prematuro del adoquín de concreto.



Fuente: elaboración propia

Las causas que generan el deterioro prematuro del pavimento semirrígido son: cargas pesadas y tráfico intenso, efectos de clima, deficiente diseño y construcción,

agentes químicos y biológicos y mantenimiento inadecuado. Los efectos que acarrea la problemática son: pérdida de capacidad portante, peligro para la seguridad vial, mayor consumo de combustible, aumento de costos de mantenimiento y reparación e impacto económico y social negativo.

Esta investigación se centrará en la exploración de como afectar las características, físico, mecánicas y químicas con la inclusión del dióxido de titanio (TiO₂) y radiación infrarroja, porque el dióxido de titanio (TiO₂) posee características fotocatalíticas, este estudio permitirá obtener información relevante para el diseño y desarrollo de adoquines para pavimentos semirrígidos más duraderos y resistentes a las condiciones ambientales. Además, contribuirá a mejorar la comprensión de los mecanismos subyacentes que afectan las propiedades del pavimento, brindando una base firme para venideras pesquisas en el campo de la ingeniería vial.

Formulación del problema y problema general es ¿cómo influye el empleo de dióxido de titanio y la radiación infrarroja en mejorar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del pavimento semirrígido?, así también se tienen los **problemas específicos:** ¿Cómo la incorporación de dióxido titanio y la radiación infrarroja influyen en las propiedades físicas del concreto para pavimento semirrígido?, ¿Cómo la incorporación de dióxido titanio y la radiación infrarroja influyen en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento semirrígido?, ¿Cómo la incorporación de dióxido titanio y la radiación infrarroja influyen en las propiedades químicas del concreto para pavimento semirrígido?, ¿Cuál es la proporción adecuada de dióxido de titanio para el diseño de pavimento semirrígido?. La presente **investigación** se justifica mediante:

La **justificación** se basa en la necesidad de mejorar constantemente los bloques de concreto para el pavimento semirrígido, ha dado lugar a incorporar aditivos como el Dióxido de Titanio por sus características fotocatalíticas con la imperiosa exigencia de aumentar las propiedades del concreto, la presente pesquisa busca obtener datos relevante del impacto del dióxido de titanio y la radiación infrarroja en sus propiedades: físico, mecánico y químico del concreto para el diseño y desarrollo de adoquines para pavimentos semirrígidos más duraderos y resistentes a las condiciones ambientales, para ello también se incorpora la radiación infrarroja como agente catalizador para la mezcla de concreto y su aditivo (dióxido de titanio) con

la finalidad de acelerar el proceso de curado del concreto que se realizará en un ambiente aislado y controlado.

En la relevancia social las personas que se verán beneficiadas con el presente trabajo de investigación son las que le darán uso a los resultados que se obtendrán con la investigación.

Tiene implicaciones prácticas la presente pesquisa tiene una enorme repercusión en el diseño de adoquines para pavimentos semirrígidos más duraderos y resistentes a las condiciones ambientales, esto permite mejorar las condiciones actuales de las propiedades de los pavimentos semirrígidos.

Los Objetivos, se lograrán mediante el análisis del **Objetivo general** que se tiene que determinar la influencia del empleo de dióxido de titanio y la luz infrarroja en mejorar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del pavimento semirrígido. también se tiene como **Objetivos específicos**: Determinar como la incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja influye en las propiedades físicas del concreto para pavimento semirrígido, Determinar como la incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja influye en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento semirrígido, Determinar como la incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja influye en las propiedades químicas del concreto para pavimento semirrígido, Determinar la proporción adecuada de dióxido de titanio para el diseño de pavimento semirrígido.

Por otra parte, la **Hipótesis** de la presente investigación se tiene, **Hipótesis general**, el uso del dióxido de titanio y la radiación infrarroja influyen directa y proporcionalmente en las propiedades físicas, mecánicas y químicas del pavimento semirrígido. Y la **Hipótesis específicas** que será, La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades físicas del concreto para pavimento semirrígido, La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades mecánicas del concreto para pavimento semirrígido, La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades químicas del concreto para pavimento semirrígido, Se determina la proporción adecuada de dióxido de titanio para el diseño de pavimento semirrígido.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes nacionales

Emmy Carol Medina Salazar, desarrollado el año 2019 en su pesquisa OPTIMIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL MORTERO AUTOLIMPIABLE C: A: A CON DIÓXIDO DE TITANIO. El propósito principal consistió en identificar las proporciones óptimas de TiO_2 y H_2O a fin de mejorar las características de absorción, permeabilidad y resistencia a la compresión en el mortero autolimpiante C: A 1:5, utilizando en la región de Cajamarca. Para ello desarrollaron pruebas en probetas de 5x5x5cm, para obtener tratamientos de mortero con porcentajes de agua el primero; 1:5 sin TiO_2 , segundo con 3% de TiO_2 , siendo estos dos sometidos al 100% de H_2O , un tercero con 3% de TiO_2 sometido al 90% de H_2O , y cuarto con 3% de TiO_2 sometidos al 85 % de agua así mejorar los atributos de permeabilidad, absorción y resistencia a la compresión, llegando a concluir donde el tratamiento más eficaz fue el de uso del TiO_2 del 3% con un 90% de H_2O , en términos de absorción satisface los requisitos de ser un valor óptimo para la cualidad autolimpiante, el mortero de revestimiento alcanza un desempeño del 85%, lo cual nos indica un rendimiento óptimo, en cuanto a la resistencia a la compresión, los valores no son los más elevados en relación al espécimen de referencia comparación con el espécimen estándar.(Medina Salazar 2019)

Sofia Nicolt Najjar Oblitas en el año 2021 con su tesis EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE ADOQUINES PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL ADICIONADO CON TiO_2 (DIÓXIDO DE TITANIO)EN LA CIUDAD DE AREQUIPA2021, Con el propósito de calcular el porcentaje óptimo de TiO_2 en relación al peso del cemento HE Yura, agregado a la mezcla tradicional de concreto con una dosis de 1:3 (cemento: arena) y una relación de agua/cemento de 0.4, para preservar o potenciar las características físico-mecánicas y autolimpiantes, se llevaron a cabo pruebas utilizando adoquines tipo II de resistencia de 420 kgf/cm² con magnitudes de 200x100x60mm. Se obtuvieron cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de TiO_2 en relación al peso del cemento: 0%, 3%, 7% y 12%. Además, se llegó a la conclusión de que un mayor

contenido del fotocatalizador TiO_2 no guarda una relación directamente proporcional con la capacidad fotocatalítica. Esto se coteja con la adhesión de un 12% de TiO_2 , el cual no alcanzó con lo esperado en paralelo con la adhesión de 3% y 7%, y además no cumplió con la resistencia mínima exigida de 420 kg/cm². (Najar Oblitas 2021)

José Alejandro Reyes Chávez, en el año 2021, con su tesis EFECTO DE LA ADICIÓN DE DIÓXIDO DE TITANIO EN ADOQUINES DE CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² EN LURIGANCHO, CHOSICA-2021, el propósito de este estudio realizado en Lurigancho, Chosica en 2021 fue determinar el efecto de la agregación de TiO_2 en adoquines de concreto cuya resistencia es $f'c=210$ kg/cm². Se efectuó el diseño de mezcla para los adoquines de concreto fotocatalítico, utilizando relaciones de 0%, 3%, 5% y 7% de contenido de TiO_2 . La conclusión obtenida fue que al añadir TiO_2 a la mezcla de concreto, se notaron efectos significativos en los test de compresión. A medida que se incrementaba el contenido de TiO_2 en las muestras, su resistencia acrecentaba en un 50%. Específicamente, al adicionar una dosificación del 7% de TiO_2 , se logró obtener una resistencia de $f'c=296$ kg/cm² en tan solo 7 días, en comparación con la muestra patrón que alcanzaba un valor máximo de $f'c=200$ kg/cm². (Jose Reyes 2021)

Karen Martínez Zuasnábar, en el año 2019, con su tesis EFECTO DEL DIÓXIDO DE TITANIO (TiO_2) EN EL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO I PARA FACHADAS -LIMA METROPOLITANA (2018), El propósito de este estudio fue investigar el impacto del TiO_2 en la incorporación a la mezcla de cemento Pórtland Tipo I con la finalidad de evaluar su desempeño para la zona de Lima Metropolitana. he hizo un muestreo con el fin de analizar y diseñar morteros fotocatalíticos. elaboró cuatro variedades de mezclas con TiO_2 : 0%, 5%, 7.5% y 10%. La conclusión obtenida fue que al añadir 5%, 7.5% y 10% de TiO_2 en el mortero resultó en una disminución del porcentaje de fluidez en un 10.32%, 15.27% y 20.86% respectivamente en comparación con el mortero sin TiO_2 . El mortero sin adición de TiO_2 presentó una máxima fluidez, alcanzando un 115.10%, mientras que el mortero con un 10% de TiO_2 mostró mínimo porcentaje de fluidez, con un valor de 91.09%. Se observó que el mortero con un 5% de TiO_2 mantuvo su consistencia plástica. (Martínez ROMINA, 2019)

2.2. Antecedentes internacionales

Li Wang, Hongliang y Zhang, and Yang Gao, en el año 2018, en su artículo EFFECT OF TIO₂ NANOPARTICLES ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CEMENT AT LOW TEMPERATURES, La finalidad del estudio actual fue evaluar la consecuencia de las nanopartículas de TiO₂ en los atributos físicos y mecánicos del cemento en condiciones de temperatura baja, y en este documento se seleccionaron temperaturas bajas de 0 °C, 5 °C y 10 °C con la temperatura ambiente 20 °C como temperatura de referencia. Además, se estudiaron las influencias del TiO₂ en la colocación de la dimensión de los poros, la microestructura y las propiedades térmicas cuando las muestras se curaron a temperaturas variables a edades específicas, En este estudio, los experimentos de laboratorio se realizaron en dos pasos. En el primer paso, los efectos de las nanopartículas de TiO₂ de diferentes dosis de 1 %, 2 %, 3 %, 4 % y 5 % en peso sobre las propiedades físicas y mecánicas de las muestras curadas a temperaturas de 0°C, 5°C, 10°C y 20°C. Seleccionó la dosis óptima de nanopartículas de TiO₂ evidenció una productividad superior en términos de resistencia, tiempo de fraguado y grado de hidratación como representante para investigar la razón por la cual las nanopartículas de TiO₂ podrían agilizar la hidratación del cemento. Con el aumento de la temperatura de curado, el tiempo de fraguado mostró una clara tendencia a la baja, el tiempo de fraguado inicial de las pastas curadas a 0°C fue tres veces mayor que el de las curadas a 5°C, casi cinco veces en comparación con el de las curadas a 20°C, mientras que las pastas curadas a 10°C tuvieron el tiempo de fraguado inicial 9–20% más largo en comparación con el curado a 20°C, casi lo mismo. Se observaron tendencias similares en el tiempo de fraguado final. (Wang, Zhang y Gao 2018)

Dany Julieth Segura Montoya y Diego Mauricio Camelo Manzanares, año 2019 en su tesis titulada "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE PREFABRICADOS PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN CONCRETO ADICIONADO CON DIÓXIDO DE TITANIO (TIO₂)". Este estudio, caracterizado por su diseño experimental de tipo aplicado, abordó un análisis cuantitativo y cualitativo con el propósito principal de evaluar las propiedades fotocatalíticas del hormigón y la inclusión de dióxido de titanio. El objetivo fue utilizar este aditivo como agente reductor de la contaminación atmosférica causada por

partículas volátiles, especialmente en prefabricados destinados a obras de infraestructura vial. Los resultados obtenidos revelaron que el dióxido de titanio afecta la tenacidad del concreto de manera significativa a medida que aumenta su proporción, específicamente en el rango del 2.5% al 7.5% de TiO_2 . Además, se observó que esta adición acelera el proceso de curado del concreto, permitiendo alcanzar niveles de resistencia más elevados. En consonancia con estos hallazgos, se destacó que las propiedades fotocatalíticas del concreto experimentaron un aumento proporcional al uso de dióxido de titanio, siendo la muestra con un 7.5% de TiO_2 la que demostró tener una viabilidad ambiental y un impacto favorable. (Segura Montoya y Camelo Manzanares 2019)

Dayann Zuleyma Díaz Hernández y Jhonathan Alberto Sarmiento Alipio en el año 2020 llevaron a cabo una investigación titulada "CONCRETO A BASE DE CENIZAS VOLANTES ACTIVADAS ALCALINAMENTE, MODIFICADO CON NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE SILICIO Y DIÓXIDO DE TITANIO". Su investigación fue experimental, aplicada con un análisis cuantitativo cuyo objetivo principal fue cotejar las propiedades físicas y mecánicas de dos sugerencias de concreto y evidenciar las contribuciones de los nanomateriales. Las consecuencias obtenidas indicaron que la incorporación del 5% de Nato-TiO_2 se logró un aumento del 11% en la resistencia, obteniendo 21 MPa a una edad de 3 días. De la misma manera se logró la activación alcalina de las cenizas volantes, examinando aspectos del activador alcalino (hidróxido de sodio a 9 moles), las proporciones de la disolución activadora y agregado (relación de 2.89/1 y 0.58) utilizando un calor de curado de 110 °C en muestras finales durante 48 horas. (Díaz Hernández y Sarmiento Alipio Jhonathan Alberto 2020)

Nadya Amalia, Asifa Asri, Mamat Rokhmat y Mikrajuddin Abdullah en el año 2021, en su artículo denominado REDUCTION IN REBOUND OF CONCRETE PILES DRIVEN INTO CLAYS BY COATING PILE SURFACE WITH TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES, su objetivo fue comparar las profundidades de penetración entre pilotes sin recubrimiento y pilotes recubiertos con nanopartículas de dióxido de titanio (TiO_2), su metodología usada muestra usando una mezcla de cemento, arena, grava y agua (en fracciones de peso de 1:1:1:0.5) de acuerdo con la Norma

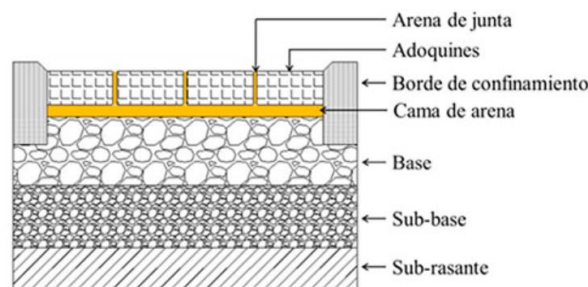
Nacional de Indonesia (SNI) No. 03-2834-2000. Una mezcla homogénea se vertió en tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) de 30 cm de longitud y diferentes diámetros: 1 pulgada, 1,25 pulgadas, 1,5 pulgadas y 2 pulgadas comportamiento de las superficies recubiertas con TiO₂ cambia a superhidrofílico, lo que permite que las moléculas de agua penetren dentro de los poros de la arcilla y el resultado obtenido es que este hallazgo podría acelerar el proceso de hincado de pilotes en cualquier sitio de construcción de ingeniería civil. (Amalia et al. 2021)

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Pavimentos semirrígidos o segmentados

Los pavimentos se componen de una capa superficial formada por diferentes materiales como piedra, concreto hidráulico, ladrillo o madera. Estos materiales se colocan encima de una cobertura de arena que a su vez se apoya en una o varias capas granulares. Existen varios tipos de pavimentos, entre ellos los adoquinados, empedrados y emboquillados. (Menéndez Acurio 2012)

Imagen 2. Elementos estructurales de un pavimento semirrígido



Fuente: (Bahamondes y Vargas-Tejeda 2013)

2.3.2. Bloques de concreto (adoquines)

Las unidades de concreto son bloques preelaborados de concreto que se emplean en la construcción de pavimentos articulados o pavimentos intertrabados. Estos bloques son también conocidos como adoquines y se caracterizan por tener una forma rectangular o cuadrada y una superficie rugosa que les permite unirse entre sí y formar una capa de rodadura resistente y duradera. Además, los bloques de concreto son fáciles de instalar y reparar, lo que permite bajo costos de mantenimiento e incrementa su vida útil. (Bahamondes y Vargas-Tejeda 2013)

2.3.3. Clasificación de adoquines de concreto

Los adoquines de concreto se categorizan en:

- **Tipo I:** adoquines destinados al pavimento para peatones.
- **Tipo II:** adoquines destinados al pavimento de tráfico vehicular ligero.
- **Tipo III:** adoquines destinados al pavimento de tráfico vehicular pesado.

2.3.4. Requisitos de diseño para adoquines de concreto

2.3.4.1. Requisitos físicos

Según (NTP 399.611 2010) los requisitos se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 1. *Espesor nominal y resistencia a la compresión*

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, min. MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (peatonal)			
Tipo B, C y D	40	31 (320)	28 (290)
*Todos los tipos	60	31 (320)	28 (290)
II (vehicular ligero)			
	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

*Los datos proporcionados en la Tabla se tomarán como norma, mientras que aquellos presentados entre paréntesis se proporcionan exclusivamente con fines informativos.

Fuente: (NTP 399.611 2010)

Tabla 2. Tolerancia dimensional

Tolerancia dimensional, máx. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1,6	± 1,6	± 1,6

*Se aplica todos los tipos

Fuente: (NTP 399.611 2010)

2.3.4.2. Requisitos Complementarios

De acuerdo a la (NTP 399.611 2010), los adoquines utilizados para pavimentos que puedan enfrentar requisitos de alta resistencia, como la exposición a sulfatos o ciclos de hielo y deshielo, deben cumplir con los estándares establecidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Absorción

Tipo de Adoquín	Absorción, máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7,5
III	5	7

Fuente: (NTP 399.611 2010)

2.3.4.3. Resistencia al congelamiento y al deshielo

Si es indispensable, Se procederá a verificar la resistencia apropiada de los adoquines a las fases de congelación y deshielo a través de pruebas realizadas en el terreno o mediante ensayos de laboratorio. En caso de emplear una prueba de laboratorio, las muestras no deben fracturarse ni experimentar una pérdida de masa seca superior al 1 % respecto a alguna unidad singular después de someterse a 50 fases de congelación y deshielo. Estas pruebas deben llevarse a cabo antes de que transcurran doce meses desde la fecha del despacho del lote. (NTP 399.611 2010)

2.3.5. Dióxido de Titanio

Es una sustancia química inorgánica que se encuentra en forma de polvo blanco. Es ampliamente utilizado en diversas industrias debido a las características singulares que posee. El TiO_2 es conocido por ser un excelente pigmento blanco, lo que lo hace común en la fabricación de pinturas, recubrimientos, plásticos y papel, también se encuentra en productos de protección solar, ya que puede reflejar y dispersar los rayos ultravioletas del sol, proporcionando protección contra la radiación dañina. (Pacheco et al. 2013)

2.3.5.1. Propiedades del dióxido de titanio

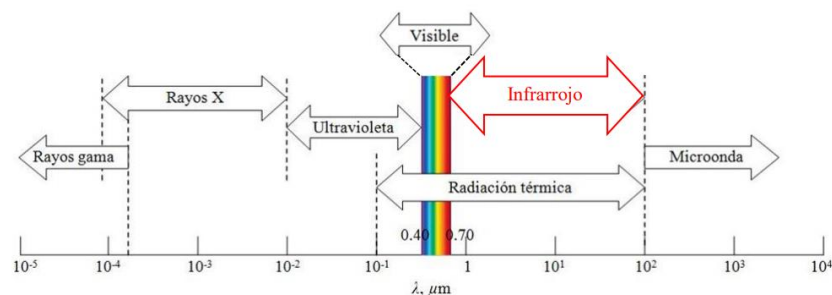
- **Baja toxicidad:** El TiO_2 es considerado seguro para el uso humano, ya que es químicamente inerte y no se descompone fácilmente. Por lo tanto, es ampliamente utilizado en productos cosméticos, alimentos y medicamentos como agente de recubrimiento y colorante.
- **Estabilidad térmica:** El dióxido de titanio una notable estabilidad térmica, lo cual implica que puede resistir elevadas temperaturas sin descomponerse. Esto lo hace adecuado para su uso en plásticos, recubrimientos y pigmentos utilizados en aplicaciones que requieren resistencia al calor.
- **Propiedades fotocatalíticas:** En forma de anatasa o rutilo, el dióxido de titanio exhibe propiedades fotocatalíticas. Esto significa que puede descomponer sustancias orgánicas cuando se expone a la luz ultravioleta, lo que lo convierte en un componente útil en aplicaciones de desinfección, purificación de agua y tratamiento de aire.
- **Resistencia a la intemperie:** El dióxido de titanio tiene una buena resistencia a la intemperie y a la degradación causada por la radiación ultravioleta. Por lo tanto, es ampliamente utilizado en pinturas y recubrimientos exteriores para proteger las superficies de los efectos del sol y la intemperie.(Pacheco et al. 2013)
- **Propiedades hidrofóbicas:** Las propiedades hidrofóbicas del dióxido de titanio se deben a su estructura superficial y afinidad por determinados grupos químicos. Al ser aplicado en superficies, crea una capa que repele el agua, impidiendo su adhesión y permitiendo que las gotas se deslicen en lugar de ser

absorbidas. Esta cualidad hidrofóbica se utiliza en recubrimientos protectores, pinturas repelentes al agua y otros productos diseñados para prevenir la absorción de humedad. (Janczarek et al. 2022)

2.3.6. Radiación Infrarroja

Es una clase de onda electromagnética que se localiza en el rango de ondas electromagnéticas ubicado entre la luz visible y las microondas constituye un espectro electromagnético específico. Esta radiación tiene longitudes de onda que van desde los 4000 hasta los 7000 Angstroms y se caracteriza por tener una frecuencia menor que la de la luz visible. (Mondragón Cortez 2016)

Imagen 3. Espectro electromagnético.



Fuente: (Mondragón Cortez 2016)

2.3.7. Diseño de mezclas ACI

Según el método ACI es un procedimiento desarrollado por el Comité 211 del American Concrete Institute (ACI) con el fin de seleccionar las proporciones de los materiales que componen un metro cúbico de concreto, teniendo en cuenta las características específicas de la construcción en cuestión. Este método se basa en características del hormigón fresco y endurecido, tales como tenacidad, durabilidad, trabajabilidad y relación agua-cemento. El objetivo principal del método ACI es obtener una mezcla de concreto que satisfaga con las especificaciones de la obra y que sea económicamente viable. El proceso de diseño de mezclas ACI es relativamente sencillo y se apoya en tablas y fórmulas que permiten calcular la relación de los elementos necesarios para la fusión de hormigón que se utilizará en la construcción. Este método es ampliamente usado en la industria debido a su simplicidad y eficacia. (Cordero, Cárdenas y Rojas 2018)

2.3.8. Secuencia de diseño de mezclas por el método ACI

1. Establecer los requisitos de resistencia: Determina la resistencia deseada del concreto en función de los requerimientos del proyecto y las especificaciones.
2. Seleccionar el tamaño máximo del agregado: Entendido con el ACI, elige la dimensión máxima del agregado más grande posible que sea apropiado para la aplicación específica y que proporcione una buena trabajabilidad del concreto.

Tabla 4. *Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto.*

tamaño nominal máximo del agregado(mm)	Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen para concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.50	0.50	0.48	0.46	0.44
12.50	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00	0.66	0.64	0.62	0.59
25.00	0.71	0.69	0.67	0.65
37.50	0.75	0.73	0.71	0.69
50.00	0.78	0.76	0.74	0.72
75.00	0.82	0.80	0.78	0.76
150.00	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (Cordero, Cárdenas y Rojas 2018)

3. Establecer la relación agua-cemento: Utilizando la tabla de relación agua-cemento del ACI, selecciona la proporción adecuada que cumpla con los requerimientos de tenacidad y durabilidad del concreto. Esta proporción es crítica para establecer la cantidad de agua que se requiere para una porción específica de cemento.

Tabla 5. *Relación entre a/c y resistencia a la compresión a los 28 días de edad de curado*

Resistencia a la compresión a los 28 días (MPa)	Relación a/c (ACI)
42	0.41

35	0.48
28	0.57
21	0.68
14	0.82

Fuente: (Cordero, Cárdenas y Rojas 2018)

4. Determinar la relación agregado-cemento: Utilizando las recomendaciones del ACI, establece la relación adecuada entre el agregado total y el cemento. Esta relación ayuda a determinar la cantidad de agregados (arena y grava) necesarios en comparación con la cantidad de cemento.
5. Calcular las proporciones de los materiales: Utilizando las relaciones establecidas en los pasos anteriores, calcula las proporciones de cemento, agregados y agua necesarios para producir una cantidad específica de concreto. Estos cálculos se basan en volúmenes unitarios o pesos unitarios.
6. Ajustar las proporciones de los materiales: Teniendo en cuenta factores como la humedad de los agregados y las condiciones de trabajo, se pueden realizar ajustes en las proporciones iniciales calculadas para obtener una mezcla óptima y asegurar la calidad del concreto.(Cordero, Cárdenas y Rojas 2018)

2.3.9. Concreto

Es un compuesto artificial que consta de una pasta como medio aglutinante, en la que se hallan incrustadas partículas de un material agregado.(Rivva López 2000)

2.3.10. Propiedades del Concreto

Propiedades mecánicas: incide en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad, tenacidad, dureza, fluencia y resistencia a la fatiga. Estas propiedades determinan la aptitud del hormigón para resistir cargas. y deformaciones. (Cordero, Cárdenas y Rojas Jhan 2018)

Resistencia a la compresión: Hace alusión a la habilidad del material para enfrentar cargas dirigidas hacia su núcleo con el fin de disminuir su tamaño. Es una característica mecánica esencial que establece la aptitud del concreto para aguantar fuerzas de compresión sin sufrir fracturas ni deformaciones duraderas. La NTP 339.034:(2015) nos permite hacer el cálculo de la carga máxima que estaría dado por: Carga Máxima (MPa) = f'_c (Kg/cm²) /10.

Tabla 6. Equivalencia de carga máxima a la resistencia de compresión

f'c (kg/cm2)	Carga máxima (MPa)
175	17.5
210	21
300	30
340	34
380	38

Fuente: (NTP 339.034 2015)

Módulo de elasticidad: Es una propiedad mecánica que caracteriza la habilidad de un material para someterse a deformaciones elásticas en respuesta a fuerzas aplicadas, seguido de una recuperación a su forma original una vez que se eliminan las fuerzas. El (ASTM C 469 1995) el método de prueba estándar del módulo de elasticidad.

La expresión calcula el módulo de elasticidad es:

$$E = 15000 \sqrt{f'_c} \text{ Kg/cm}^2$$

Propiedades físicas: incluyen la densidad, porosidad, absorción de agua, expansión térmica, conductividad térmica, color y apariencia superficial. Estas propiedades describen las características físicas y estructurales del concreto. (Cordero, Cárdenas y Rojas Jhan 2018)

Densidad: La densidad del concreto hace referencia a la masa total de los ingredientes presentes en una cantidad determinada de volumen de concreto, el cual está en un rango de 2.3 g/cm³ a 2.5 g/cm³. Es una característica física crucial que suministra datos acerca de la cantidad de masa incluida en un volumen concreto particular. El (ASTM C-642 2021) establece el procedimiento normalizado de pruebas de laboratorio para medir la densidad, absorción y vacíos en hormigón endurecido.

Porosidad: Se define como la cantidad de espacios vacíos o poros que están presentes dentro de su estructura interna en comparación con el volumen total del material. Estos poros pueden ser de pequeño tamaño, como los generados durante la reacción de hidratación del cemento, o de mayor tamaño, como las burbujas de

aire que quedan atrapadas durante el proceso de mezcla. El (ASTM C-642 2021) establece el proceso de medición para densidad, absorción y porosidad en hormigón duro.

Absorción de agua:

La capacidad del concreto para absorber agua mediante capilaridad o porosidad es lo que se entiende por absorción de agua del concreto. Esta propiedad establece el volumen de agua que puede ser incorporada por una muestra de concreto en relación con sus dimensiones y peso. La absorción de agua se considera un factor crucial que señala la porosidad del concreto y se ve influenciada por la cantidad y dimensiones de los poros existentes en su estructura. El (ASTM C-642 2021) establece el proceso de evaluación de a densidad, capacidad de absorción y presencia de vacíos en el hormigón endurecido.

Propiedades químicas: incluyen la reacción con el agua, el pH, resistencia a productos químicos, permeabilidad y la posibilidad de reacciones álcali-agregado. Estas propiedades están relacionadas con la composición química del concreto y su interacción con diferentes agentes químicos. (Cordero, Cárdenas y Rojas Jhan 2018)

Resistencia a ataque a sulfatos: La durabilidad del concreto frente al ataque de los sulfatos se relaciona con su habilidad para preservar su estructura y características mecánicas cuando se encuentra expuesto a sulfatos corrosivos. Los sulfatos son sustancias químicas que pueden existir en el suelo, aguas subterráneas y otros medios, y que tienen la capacidad de interactuar con los elementos del concreto. Esta interacción puede ocasionar el debilitamiento gradual de la estructura y sus propiedades a lo largo del tiempo. La (NTP 334.065) y la (ASTM C-88 2018) establece el método de prueba establece el procedimiento para evaluar la posible expansión de morteros de cemento Portland cuando están expuestos a la acción de sulfatos.

Sulfato de magnesio: Es una sal inorgánica compuesta por iones de magnesio (Mg^{2+}) y iones sulfato (SO_4^{2-}). Se encuentra típicamente en cristales incoloros o blancos, y su fórmula química es $MgSO_4$. Se le conoce con diferentes nombres, siendo uno de ellos "sal de Epsom" cuando está en su variante heptahidratada, lo que indica que contiene siete moléculas de agua. (Abad et al. 2005)

pH: El pH en el concreto hace referencia al grado de acidez o alcalinidad presente en la solución porosa que envuelve las partículas de cemento y demás elementos del concreto. El pH se evalúa en una escala que abarca desde 0 (altamente ácido) hasta 14 (altamente alcalino), siendo el valor 7 considerado neutro. En lo que respecta al concreto, los niveles de pH generalmente se encuentran dentro del rango entre 12 y 13.

2.3.11. Curado térmico del concreto

Se refiere a una técnica en la que se administra calor de manera controlada al concreto recién colocado durante el proceso de curado. Este procedimiento tiene el propósito de acelerar el endurecimiento del concreto y aumentar la rapidez con la que desarrolla resistencia. Se utiliza especialmente en casos donde es necesario obtener resistencias tempranas del concreto para acelerar la construcción o para cumplir con requisitos específicos de diseño.

Este método de curado térmico implica el uso de sistemas de calefacción controlados que aplican calor al concreto mediante diversas formas, como vapor, agua caliente, radiación infrarroja, entre otros. La aplicación de calor acelera las respuestas de hidratación del cemento, que son responsables del proceso de endurecimiento del concreto. Es fundamental llevar a cabo el curado térmico con precaución, siguiendo pautas y procedimientos específicos para garantizar que el concreto alcance las propiedades deseadas de resistencia y durabilidad.(Ferreira et al. 2022)

2.3.12. Hidratación del cemento

La hidratación del cemento es un proceso químico esencial que tiene lugar cuando el cemento, un componente fundamental del concreto, interactúa con el agua para crear compuestos que ayudan a la resistencia y durabilidad del material. El cemento hidráulico, el tipo de cemento más comúnmente empleado, atraviesa este proceso de hidratación.

En el cemento hidráulico se encuentran compuestos como silicatos de calcio y aluminatos de calcio, que interactúan con el agua, dando lugar a la generación de productos de hidratación. Esta reacción química produce diversos compuestos, siendo los geles de silicato de calcio hidratado y aluminato de calcio hidratado los más significativos. Estos geles desempeñan un papel crucial al unir los agregados en el concreto, proporcionándole así resistencia. (Diamantopoulos et al. 2020)

2.3.13. Efectos de la radiación infrarroja en el hormigón

La radiación infrarroja, una forma de radiación electromagnética, se utiliza comúnmente para calentar productos terapéuticos y endurecer el hormigón en la industria de la construcción. Al aumentar la temperatura del hormigón, la radiación infrarroja dificulta la penetración del agua y puede contribuir al endurecimiento del material. Esta forma de energía también puede alterar la microestructura del hormigón y, en algunos casos, hacer que brille cuando se expone a los rayos infrarrojos. A pesar de sus efectos diversos, la radiación infrarroja se considera tanto curiosa como beneficiosa para la conservación y el fortalecimiento del hormigón. (Svintsov et al. 2023)

2.3.14. Curado del hormigón por radiación infrarroja

El uso de radiación infrarroja en el curado del hormigón es un método innovador que acelera el proceso sin dañar la estructura. A diferencia de otros métodos, como la luz ultravioleta, la radiación infrarroja penetra eficientemente el hormigón, llegando hasta su núcleo sin causar deterioro. Este enfoque no requiere agua, superando la limitación de los métodos tradicionales. El estudio busca mejorar la tecnología de construcción utilizando radiación infrarroja para lograr un endurecimiento constante y una mayor resistencia en estructuras de hormigón. Se sugiere el uso de una cubierta transparente a los infrarrojos para evitar la deshidratación excesiva durante el proceso térmico. (Svintsov et al. 2023)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo a (Borja Suárez 2016), la pesquisa aplicada radica su principal interés en abordar de manera inmediata una problemática específica en lugar de centrarse en el desarrollo de un conocimiento de carácter universal. Su objetivo es conocer, intervenir, construir y modificar una realidad problemática en busca de soluciones prácticas y aplicables en el contexto concreto. Por lo cual el tipo de investigación que se usará es la **APLICADA** debido a su enfoque en abordar situaciones reales, el proceso implicará aplicar los conocimientos teóricos sobre diversas variables para ofrecer potenciales resoluciones a la problemática concreta que enfrentamos.

3.1.2. Diseño de Investigación

Según lo indicado por (Hernández Sampieri et al. 2014), la investigación cuasiexperimental implica la manipulación intencional de al menos una variable independiente debe ser manipulada a fin de evaluar su impacto en una o más variables dependientes. Sin embargo, se distingue entre los empíricos "puros" en el nivel de certeza que se puede tener respecto a la correspondencia inicial entre los conjuntos. Es por tal razón, que se consideró como diseño investigación **CUASIEXPERIMENTAL**, puesto que se analizarán atributos físicos, mecánicos y químicos del bloque de concreto para el pavimento semirrígido. El nivel de investigación de acuerdo a (Hernández Sampieri et al. 2014), el alcance de la investigación explicativa implica la descripción centrada en la explicación de conceptos o fenómenos, así como en el establecimiento de conexiones entre ellos. Estos enfoques buscan responder preguntas sobre las causas subyacentes a eventos y fenómenos, tanto en el ámbito físico como en el social. Como su nombre indica, se dedican a exponer las razones detrás de la ocurrencia de un fenómeno y bajo qué circunstancias se manifiesta, así como la relación entre dos o más variables. Por lo tanto, la investigación adoptará un enfoque **EXPLICATIVO**, ya que se llevará a cabo un análisis de los factores de los fenómenos.

3.1.3. Enfoque de Investigación

Según (Borja Suárez 2016), el enfoque cuantitativo argumenta que una manera confiable de comprender la realidad es mediante la recopilación y análisis de datos,

lo que permitiría contestar a las cuestiones de la investigación y validar las hipótesis planteadas. Este enfoque de investigación se basa en la utilización de mediciones numéricas, conteos y regularmente en el uso de la estadística para identificar modelos de comportamiento precisos en una población. Es, por tanto, el enfoque de este proyecto será **CUANTITATIVO**, ya que, se hará recolección y análisis de datos con los que se podría replicar las interrogantes de la presente investigación y probar las hipótesis.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala		
Dependiente	VD1: pavimento o semirrígido	los pavimentos se componen de una capa superficial formada por diferentes materiales como piedra, concreto hidráulico, ladrillo o madera. estos materiales se colocan sobre un estrato de arena que a su vez se apoya en una o varias capas granulares. existen varios tipos de pavimentos, entre ellos los adoquinados, empedrados y emboquillados. (Menéndez Acurio 2012)	la composición fundamental del pavimento semirrígido consiste en bloques de concreto dispuestos de manera que conformen un diseño repetitivo, desempeñando la función de piezas en la estructura.	físicas	densidad (kg/m ³)	razón	
				mecánicas	porosidad (%)		absorción de agua (%)
					Resistencia a la compresión (mpa)		Módulo de elasticidad (MPa)
independiente	VI1: dióxido de titanio	el dióxido de titanio (tio2) es una substancia química inorgánica que se encuentra en forma de polvo blanco. es ampliamente utilizado en diversas industrias debido a sus propiedades únicas. el tio2 es	la estructura básica del dióxido de titanio son moléculas de polvo que reaccionan a la luz por sus propiedades foto catalizadoras.	químicas	resistencia al ataque a sulfatos	razón	
				porcentaje de dosificación	pH		7%

	conocido por ser un excelente pigmento blanco, lo que lo hace común en la fabricación de pinturas, recubrimientos, plásticos y papel, también se encuentra en productos de protección solar, ya que puede reflejar y dispersar los rayos ultravioletas del sol, proporcionando protección contra la radiación dañina. (Pacheco et al. 2013)		10%	razón
	la radiación infrarroja es una clase de onda electromagnética que se encuentra en el espectro electromagnético entre la luz visible y las microondas. esta radiación tiene longitudes de onda que van desde los 4000 hasta los 7000 angstroms y se caracteriza por tener una frecuencia menor que la de la luz visible. (Mondragón Cortez 2016)	la unidad básica de la radiación infrarroja son las longitudes de onda las cuales al interactuar con una superficie generan calor		razón
VI2: radiación infrarroja		longitud de onda	nm	razón
		intensidad	w/m ²	razón
		temperatura de emisión	°C	razón

3.3. Población, muestra y muestro

De acuerdo a (Hernández Sampieri et al. 2014), la población de interés donde se reúnen datos, para definirse y delimitarse el alcance de la investigación con precisión debe ser representativo de la población. En la investigación la población fue una agrupación de adoquines de concreto los cuales serán diseñados para comprobar la influencia del dióxido de titanio manipulado por la radiación infrarroja.

3.3.1. Muestra

Conforme a (Hernández Sampieri et al. 2014), se refiere a un subgrupo seleccionado de una población o universo más grande del cual se recopilan datos. Esta muestra debe ser representativa de la población en su conjunto, de manera

que los resultados obtenidos puedan generalizarse de manera adecuada. Para el presente trabajo de investigación se consideró una muestra patrón cuyas medidas serán de **8x10x20 cm** hecho de concreto junto a la incorporación de Dióxido de Titanio (TiO₂) en calidad de aditivo el cual será sometido a rayos infrarrojos, en total se considerará **88** muestras, esto con el propósito de adquirir los datos requeridos para analizar las cualidades físicas, mecánicas y químicas del adoquín de hormigón. Esto se basa en criterios establecidos por el MTC 2013, manual de carreteras y LA NORMA TECNICA CE 010 de pavimentos urbanos, por tanto, son muestras no probabilísticas.

Tabla 7.cantidad total de muestras

Dióxido de titanio	MUESTRAS												PARCIAL	
	Sin dióxido de titanio / radiación infrarroja			Con dióxido de titanio / radiación infrarroja										
	0%			7%			10%			13%				
Días	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28		
ENSAYOS DE LABORATORIO	N° de muestras			N° de muestras			N° de muestras			N° de muestras				
f _c	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	
Densidad			3			3			3			3	12	
Porosidad			3			3			3			3	12	
Absorción de agua			3			3			3			3	12	
Res. atq sulfatos			2			2			2			2	8	
pH			1			1			1			1	4	
Mod de elasticidad			1			1			1			1	4	
													TOTAL	88

Fuente: elaboración propia

3.3.2. Muestreo

En función (Hernández Sampieri et al. 2014), Las muestras no aleatorias, también llamadas muestras intencionales, son seleccionadas basándose en las

características específicas de la investigación en lugar de seguir un estándar estadístico de extrapolación. Estas muestras se utilizan en distintas pesquisas tanto cuantitativas como cualitativas. Es por tanto que se consideró para esta investigación **MUESTREO NO PROBABILÍSTICO**, pues se realizará muestras patrón de bloques de concreto con la incorporación de Dióxido de Titanio en calidad de aditivo en medidas de 7%, 10%, 13%, los cuales tendrán un tratamiento con la termografía infrarroja, con las cuales se realizarán ensayos de laboratorio que determinarán las características físicas, químicas y mecánicas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

En su libro (Arias 2006), indica lo siguiente una vez que se ha establecido la manera en que las variables serán medidas y los indicadores definidos, se procede a escoger las técnicas y herramientas adecuadas para recopilar datos, tomando en cuenta el problema, los objetivos y el diseño de la investigación. Esto permitirá confirmar las hipótesis planteadas o dar respuesta a las preguntas planteadas.

Según (Arias 2006), la **técnica observacional** Implica observar de manera sistemática y visual, con el propósito de investigación previamente establecido, cualquier evento, fenómeno o circunstancia que tenga lugar en la naturaleza o en la sociedad, para nuestro trabajo de estudio se empleó la **técnica observacional no estructurada**, puesto que se empleó instrumento de recolección de datos tales como fichas de recolección de datos, cámara fotográfica y libreta de campo.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En función de (Arias 2006), se define como algún medio, ya sea recurso, dispositivo o formato (tanto en físico como en digital), que se emplea con el propósito de obtener, registrar o almacenar información. En este estudio se usó ficha de recolección de datos.

3.4.3. Validez y confiabilidad

Las herramientas usadas y expuestas en este estudio de investigación han sido certificados conforme a regulaciones establecidas por el MTC y el ASTM.

Validez

Conforme a (Arispe Albuquerque 2020), es la calidad con la que un instrumento evalúa la característica que busca medir, teniendo en cuenta su contenido, criterios, construcción, evaluación por expertos y el entendimiento de las herramientas. La validez de la información se relaciona con la precisión con la que una herramienta refleja el alcance del contenido de la característica. Por otro lado, la validez de criterio se establece al correlacionar las calificaciones de la herramienta con las adquiridas de otro criterio externo que mide la misma característica.

Para verificar la eficacia de los dispositivos utilizados para recabar información, se usó un formato de preguntas formuladas por los tesisistas bajo los criterios de la **escala de Likert**, para ello se consideró el respaldo de 3 especialistas en el área, con el propósito de obtener la validación.

Tabla 8. Preguntas formuladas para verificar la eficacia de los dispositivos utilizados para recabar información.

ITEM	CRITERIOS
1	¿Es claro y comprensible?
2	¿Tiene campos relevantes?
3	¿Los campos no son redundantes?
4	¿Los campos son consistente?
5	¿tiene campos claros y específicos?

Fuente: : (Arispe Albuquerque 2020)

Tabla 9. Escala de Likert

Muy en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Neutral	3
De acuerdo	4
Muy de acuerdo	5

Fuente: (Arispe Albuquerque 2020)

Tabla 10. *Resumen de validación*

N°	Validador	CIP	Espec.	Valoración por ficha						
				1	2	3	4	5	6	7
1	Sergio Antonio Salas Paredes	86406	Ing. Civil	21	22	21	19	20	19	21
2	Jhon Cesar Venegas Ramos	186651	Ing. Civil	15	17	17	15	16	16	17
3	Richard Calderón Mamani	196540	Ing. Civil	19	19	18	19	17	19	17

Fuente: elaboración propia

Confiabilidad

Según (Arispe Albuquerque 2020), Antes de comenzar la recopilación de información, es necesario someter los instrumentos a pruebas de fiabilidad, es por tal razón que se usó el **método alfa Cronbach** para validar los instrumentos de recolección de datos para su confiabilidad.

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} * [1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}]$$

Donde:

- α = Coeficiente de confiabilidad.
- k = Número de ítems de cuestionario.
- $\sum S_i^2$ = Sumatoria de varianzas de los ítems.
- S_t^2 = Varianza total del instrumento.

Tabla 11. *Interpretación del coeficiente de confiabilidad*

Coeficiente de correlación:	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy baja

Fuente: (Arispe Albuquerque 2020)p. 82

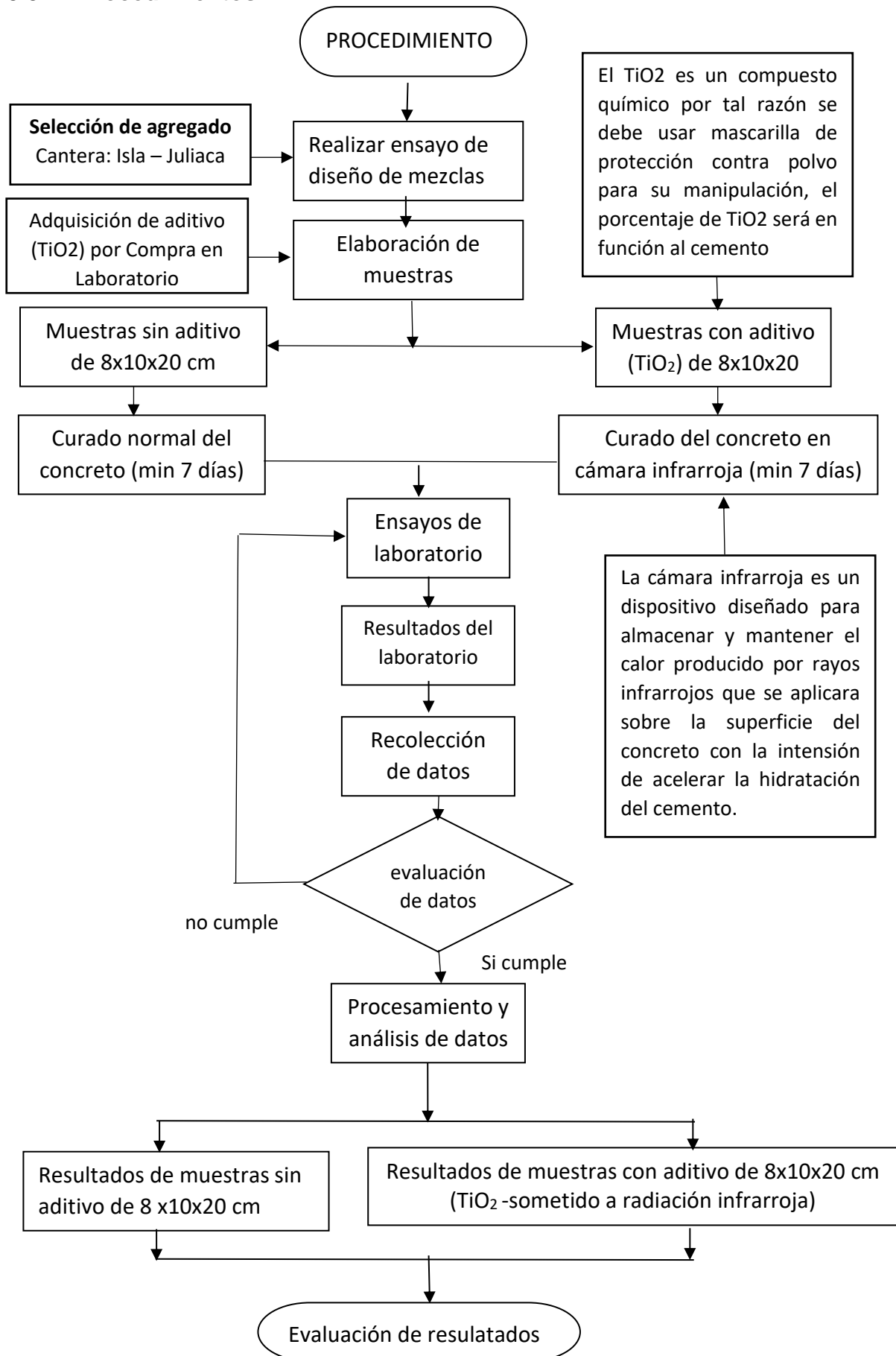
Tabla 12. cuadro de confiabilidad de las fichas de recolección de datos

Ficha N° 01								
Objetos	ITEMS					TOTAL	K	α
	1	2	3	4	5			
1	4	4	4	5	4	21	5	0.80
2	4	3	3	2	3	15		
3	4	3	4	4	4	19		
Varianza	0.00	0.22	0.22	1.56	0.22	6.22		
Varianza Σ por ítems			2.22					Confiabilidad: alta
Ficha N° 02								
Objetos	ITEMS					TOTAL	K	α
	1	2	3	4	5			
1	5	4	5	4	4	22	5	0.72
2	3	4	3	4	3	17		
3	4	3	4	4	4	19		
Varianza	0.67	0.22	0.67	0.00	0.22	4.22		
Varianza Σ por ítems			1.78					Confiabilidad: alta
Ficha N° 03								
Objetos	ITEMS					TOTAL	K	α
	1	2	3	4	5			
1	5	4	4	4	4	21	5	0.77
2	3	3	4	3	4	17		
3	4	3	4	3	4	18		
Varianza	0.67	0.22	0.00	0.22	0.00	2.89		
Varianza Σ por ítems			1.11					Confiabilidad: alta
Ficha N° 04								
Objetos	ITEMS					TOTAL	K	α
	1	2	3	4	5			
1	3	4	5	3	4	19	5	0.70
2	3	3	3	3	3	15		
3	4	3	4	4	4	19		
Varianza	0.22	0.22	0.67	0.22	0.22	3.56		
Varianza Σ por ítems			1.56					Confiabilidad: alta
Ficha N° 05								
Objetos	ITEMS					TOTAL	K	α
	1	2	3	4	5			
1	3	4	5	4	4	20	5	0.67
2	3	3	3	4	3	16		
3	3	4	3	4	3	17		
Varianza	0.00	0.22	0.89	0.00	0.22	2.89		

Varianza Σ por ítems		1.33					Confiabilidad: alta	
Ficha N° 06								
Objetos	ITEMS					TOTAL	K	α
	1	2	3	4	5			
1	4	4	3	4	4	19	5	0.69
2	3	3	3	4	3	16		
3	4	3	4	4	4	19		
Varianza	0.22	0.22	0.22	0.00	0.22	2.00		
Varianza Σ por ítems		0.89					Confiabilidad: alta	
Ficha N° 07								
Objetos	ITEMS						K	α
	1	2	3	4	5			
1	4	4	5	4	4	21	5	0.70
2	3	4	3	4	3	17		
3	3	3	4	3	4	17		
Varianza	0.22	0.22	0.67	0.22	0.22	3.56		
Varianza Σ por ítems		1.56					Confiabilidad: alta	

Fuente: elaboración propia, 2023

3.5. Procedimientos



3.6. Métodos de análisis de datos

La ejecución de análisis de información en relación al enfoque cuantitativo se lleva a cabo mediante herramientas informáticas. Este proceso de análisis considera los niveles que evalúan las variables, junto con la aplicación de técnicas estadísticas, que pueden ser de carácter descriptivo o inferencial (Hernández Sampieri et al. 2014). Basándonos en esta definición, se puede afirmar que este estudio empleará para el análisis de información aquellos obtenidos durante el desarrollo y ejecución de pruebas de laboratorio. En consecuencia, se iniciará la comparación de la utilización de aditivos, utilizando herramientas estadísticas como el SPSS y Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos

Son considerados en la estimación de la investigación, incluyendo tanto el tema y el diseño apropiados como la obtención ética de resultados de las pruebas (Arispe Albuquerque 2020). Por lo tanto, esta investigación seguirá el proceso de desarrollo según las normativas prácticas de Perú y los detalles técnicos de los elementos a usar.

IV. RESULTADOS

4.1. Recolección de materiales

Agregado

El agregado utilizado procederá de la cantera isla que se ubicada en el distrito de Juliaca de la región Puno, ubicada a 10.4 km de la ciudad, cuya ubicación geográfica es $15^{\circ} 28.447'S$ y $70^{\circ} 13.481' O$.

Imagen 4. En la fotografía se muestra la cantera isla



Fuente: elaboración propia

Extracción de muestra para el diseño de mezclas

La obtención de la muestra representativa se empleó el método del cuarteo para posteriormente usarla en el diseño de mezclas.

Paso 1: apilar el agregado sobre una superficie plana, tal como se aprecia en la figura.

Imagen 5. Se observa el agregado apilado en forma de cono.



Fuente elaboración propia

Paso 2: con una varilla o regla extender el agregado en forma de una plataforma llana tal como se observa en la figura.

Imagen 6. Se muestra al tesista extendiendo el agregado en forma de una plataforma.



Fuente elaboración propia

Paso 3: con una regla metálica dividir en 4 partes iguales el agregado tal como se observa en la figura

Imagen 7. Se observa la división del agregado en 4 partes iguales



Fuente elaboración propia

Paso 4: extraer los extremos opuestos los dos cuartos partes del agregado dividido esta conformara la muestra para el diseño de mezclas tal como se muestra en la figura.

Imagen 8. Recolección de la muestra en bolsas de plástico.



Fuente elaboración propia

Cemento

En esta pesquisa se usó el cemento Portland tipo I (WARI). Se obtiene al moler Clinker, que consiste principalmente en silicatos de calcio hidráulicos, y puede contener líquido, sulfato de calcio, hasta un 5% de caliza y aditivos de procesamiento. Este tipo de cemento es adecuado para aplicaciones generales y no se le exigen propiedades particulares como en otros tipos de cemento.

Tabla 13. Características y especificaciones del cemento portland tipo I, están establecidas en la NTP 334.009:2020.

Característica	Especificación	Referencia
Requisitos químicos		
óxido de magnesio	máximo 6.0%	
Trióxido de azufre	cuando (C3A) ^E es 8% o menos: máximo 3.0%	
	cuando (C3A) ^E es 8% o menos: máximo 3.5%	
Perdida por ignición	Cuando la inclusión de cal no es parte de los ingredientes: hasta un máximo del 3.0% Cuando la cal no se añade como ingrediente: con un tope máximo del 3.5%	NTP 334.009.2020 CEMENTO. Cemento Portland. Requisitos. 7° Edición
Residuo insoluble	máximo 1.5%	
requisitos físicos		
Contenido de aire del mortero	Máximo 12% en volumen	

Fineza, área superficial: prueba de permeabilidad al aire	Mínimo 260 m ² /kg	
Expansión en autoclave	Máximo 0.80%	NTP 334.009.2020 CEMENTO. Cemento Portland. Requisitos. 7° Edición
Resistencia a la Compresión	Para 3 días: mínimo 12.0 Mpa (1740 psi) Para 7 días: mínimo 19.0 Mpa (2760 psi)	
Tiempo de fraguado inicial - Ensayo de Vicat	No menor que 45 minutos No mayor que 375 minutos	

Nota: La explicación de los exponentes se detalla en la Tabla 1 y Tabla 3 del documento de referencia NTP, y son relevantes para el cemento Portland tipo I.

Fuente: NTP 334.009:2020.

Imagen 9. En la imagen se observa el cemento wari tipo I.



Fuente: elaboración propia

Dióxido de Titanio (TiO₂)

Este estudio usó como aditivo al dióxido de titanio que es una sustancia química cuyo uso es comúnmente como pigmento en una amplia gama de aplicaciones. Durante el contexto de los adoquines de concreto, el dióxido de titanio puede emplearse como aditivo para proporcionar propiedades de reflectividad, durabilidad y resistencia a los rayos ultravioleta.

Al agregar dióxido de titanio al concreto utilizado para fabricar adoquines, se puede lograr un color blanco brillante y uniforme en la superficie de los adoquines. Esto

puede ser especialmente deseable en aplicaciones de pavimentación donde se busca una apariencia estética más atractiva o una mayor visibilidad hasta encontrar una mayor resistencia, como en áreas peatonales, de tránsito ligero o calles residenciales.

Tabla 14. Especificaciones técnicas del dióxido de titanio

Ítem	Descripción Parámetros de prueba	Valores Observados pases	Valores estándar Polvo blanco o casi blanco
1	Ensayo	99.05%	98.0 – 100-5 %
2	Solubilidad	Pasa	Pasa la prueba
3	Compuestos solubles en agua	0.45 %	Max. 0.5 %
4	Arsénico	0.0005 %	Max. 0.0005%
5	Antimonio	0.002 %	Max 0.01 %
6	Bario	Pasa	Pasa la prueba
7	Metales pesados(bp)	0.002 %	Max. 0.002 %
8	Hierro	0.001 %	Max. 0.02 %

Fuente Nile Chemicals

Imagen 10. La figura muestra el dióxido de titanio que se usó como aditivo



Fuente elaboración propia

Horno de Rayo Infrarrojo

Un horno de rayo infrarrojo es un dispositivo usando en procesos de calentamiento, secado o curado industrial que emplea la radiación infrarroja para transferir calor al adoquín de concreto.

Imagen 11. Proceso de construcción del horno de rayo infrarrojo



Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Especificaciones técnicas del horno radiación infrarroja

Ítem	Descripción	Valor
1	Dimensión	Largo 60 cm x ancho 60 cm x alto 60 cm
2	Horno Infrarrojo dual lampara / gas	
3	Control automático	Pwm
4	Área de secado	40cm x 40 cm
5	Tiempo de precalentamiento	5 min
6	Control de temperatura	Automático
7	Voltaje de trabajo	220 voltios
8	Amperaje	500 Amp
9	Potencia	11 KW
10	# de lámparas 02	250 watts/cu
11	Peso	20 kg
12	Temperatura Max	200 °C
13	Sensor de temperatura	pwm
14	Fuente de calor	Infrarrojo E 27 7R125
15	Fuente de calor a gas	

Fuente: elaboración propia

Imagen 12. Horno de rayo infrarrojo



Fuente elaboración propia

Partes que componen el horno de rayo infrarrojo

1. **Fuente de energía infrarroja:** El corazón del horno de rayo infrarrojo es la fuente de energía infrarroja, que se compone de lámparas o paneles infrarrojos. Estas fuentes emiten radiación infrarroja de alta intensidad y energía, que se dirige hacia el objeto o material a calentar.
2. **Ventilador:** el ventilador sirve para disipar y distribuir uniformemente el calor en el interior del horno.
3. **Cámara de calentamiento:** es el interior del horno de rayo infrarrojo donde se colocarán los adoquines de concreto para su secado y acelerara su fraguado. La radiación infrarroja incide sobre estos objetos y los calienta directamente, en lugar de calentar el aire de la cámara. Esto hace que el proceso sea más rápido y eficiente.
4. **Tablero de control:** es el complemento del dispositivo que se usa para monitorear y controlar la temperatura, el encendido de las partes que componen el horno de rayo infrarrojo.

4.2. Determinación del análisis Granulométrico de agregados

Norma:

- ASTM C-33
- ASTM C-33 estándar

Equipos y herramientas

- 01 balanza. Precisión del 0.1%.

- Serie de tamices. Para agregado grueso: 1 1/2", 1", 3/4", 1/4", # 4
Y para agregado fino: # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200.

Procedimiento:

Se seleccionó una muestra representativa por cuarteo posteriormente se dejó al aire libre durante 5 días para su secado.

En el transcurso de los 5 días se paleo la arena con el fin garantizar un secado más temprano. Secada la muestra pesamos las muestras en 500 gramos de agregado fino y grueso.

Luego tamizamos la muestra para ello empleamos los tamices respectivos según al tipo de agregado, que pueden ser fino: # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200. o grueso: 1 1/2", 1", 3/4", 1/4", # 4.

Posteriormente cuantificamos el peso retenido al pesar la cantidad de muestra atrapada en cada tamiz usando una balanza.

Imagen 13. Tamizado del agregado grueso.



Fuente elaboración propia

Imagen 14. Se aprecia el agregado retenido en el tamiz 1 1/2".



Fuente elaboración propia

Imagen 15. La muestra retenida es cuantificada en la balanza.



Fuente elaboración propia

4.3. Elaboración de las muestras

Para la elaboración de las muestras consideramos el diseño de mezclas las cuales nos indican la dosificación de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua, para una resistencia de 380 Kg/cm².

RESULTADOS DEL LABORATORIO DEL ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

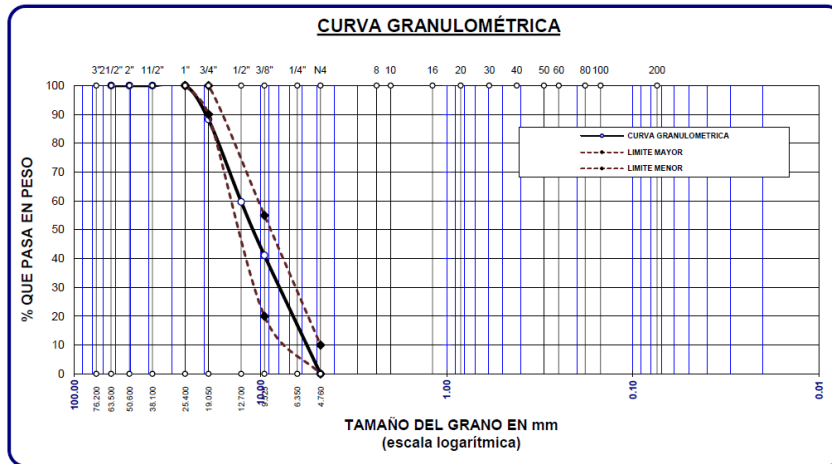
ARENA					Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa		
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>487.27</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	90.44	18.09	18.09	81.91	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1310.42</u>
N° 16	112.22	22.44	40.53	59.47	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1614.87</u>
N° 30	115.69	23.14	63.67	36.33	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	111.13	22.23	85.90	14.10	Wc+B =	$\frac{1810}{2.56} = 707.04$ gr/cm ³
N° 100	55.39	11.08	96.97	3.03	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500.00}{1614.87-1310.42} = 2.56$ gr/cm ³
N° 200	11.44	2.29	99.26	0.74	ABSORCIÓN	
FONDO	3.69	0.74	100.00	0.00	B =	$\frac{500.00}{1614.87-1310.42} = 12.73$ %
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{(12.73-2.56) \times 100}{2.56} = 394.92$ %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MODULO DE FINEZA					3.05	

GRAVA

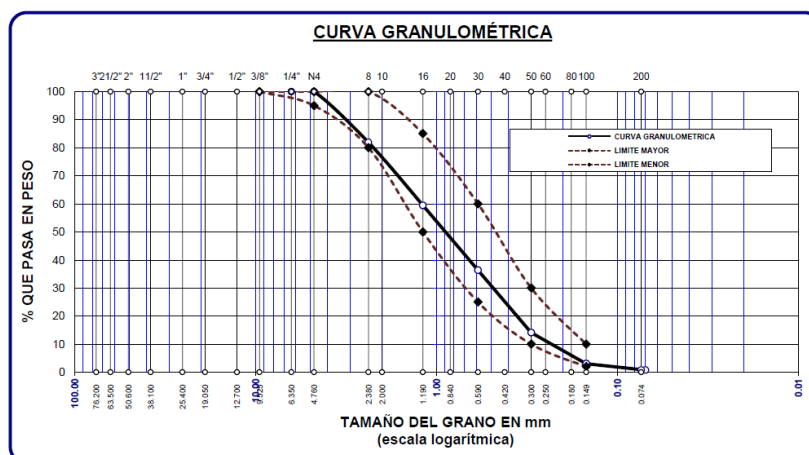
Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 784.40
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1310.42
3/4"	411	11.74	11.74	88.26	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1793.61
1/2"	1000	28.57	40.31	59.69	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	651	18.60	58.91	41.09	Wc+B =	2110
1/4"					Wc+B-W =	317
N° 4	1438	41.09	100.00	0.00	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.53$ gr/cm3
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	3500.00	100.00			B =	800.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	15.60
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 1.99$ %

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4 " OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	20 - 55 %	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	0 - 10 %	
3/4"	19.050	411.00	11.74	11.74	88.26		
1/2"	12.700	1000.00	28.57	40.31	59.69		
3/8"	9.525	651.00	18.60	58.91	41.09		
1/4"	6.350						
No4	4.760	1438.00	41.09	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 3.05 OBSERVACIONES:
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	
No8	2.380	90.44	18.09	18.09	81.91		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	112.22	22.44	40.53	59.47		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	115.69	23.14	63.67	36.33		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	111.13	22.23	85.90	14.10		
No60	0.250					2-10%	
No80	0.180						
No100	0.149	55.39	11.08	96.97	3.03		
No200	0.074	11.44	2.29	99.26	0.74		
BASE		3.69	0.74	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		0.74					



RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA F'c=380 Kg/cm2

Tabla 16. Resultados del laboratorio de los agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	3.	3.
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1627	1775
P.U. Suelto	1523	1651
ero de Absorción	2.	3.
</o de Humedad Natural	2.	7.
Módulo de Fineza	-	3.

Fuente: reporte del resultado del laboratorio

Cálculo del diseño

1. El rango de asentamiento especificado oscila entre 3 pulgadas y 4 pulgadas (76.2 mm a 101.6 mm).
2. Empleamos el agregado local al alcance, cuyo diámetro nominal mínimo es de ¾ de pulgada.
3. Dado que no se empleará un aditivo que integra aire, sin embargo, la estructura quedará visible a condiciones climáticas adversas, el volumen estimado de agua necesaria para obtener el nivel de asentamiento mencionado será de 205 litros por metro cúbico (L/m3).

4. Como a la exposición del concreto a la erosión severa, se estima un contenido de aire retenido del 2%
5. El concreto no sufrirá ataques de sulfatos, se establece una relación agua/cemento (a/c) de 0.38.
6. Basado en la información recopilada en los puntos 3 y 4, la cantidad necesaria de cemento será:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.380) = 539 \text{ Kg/m}^3$$

7. Siguiendo el índice de finura del agregado fino, que es de 3.05, y teniendo en cuenta un peso específico unitario compactado para el agregado grueso de 1627 Kg/m³, junto con un tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05 mm), se sugiere agregar 0.595 m³ de agregado grueso por cada metro cúbico de concreto. En consecuencia, el peso seco del agregado grueso será:

$$(0.5948) * (1627) = 968 \text{ Kg/m}^3$$

8. Después de determinar las proporciones de agua, cemento y agregado grueso para un metro cúbico de concreto, los elementos restantes requeridos serán la arena y el contenido de aire retenido. La proporción de arena necesaria se puede calcular mediante el volumen absoluto, como se detalla a continuación.

Dado que las proporciones de agua, cemento y agregado grueso están previamente establecidas y se tiene en cuenta el contenido aproximado de aire retenido, es posible determinar el proporción de arena mediante el siguiente cálculo:

Volumen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volumen absoluto de cemento	= (539) / (2.88*1000)	= 0.187
Volumen absoluto de agregado grueso	= (968) / (2.53*1000)	= 0.383
Volumen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= <u>0.020</u>
Volumen sub total	=	0.796
Volumen absoluto de arena		

Por tanto, el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 – 0.796) = 0.204 m³.

$$(0.204) * (2.56) * 1000 = 522 \text{ Kg/m}^3$$

9. Según los análisis de laboratorio, se han identificado porcentajes de humedad que requieren ajustar los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo (968)} & * (1.015836) = 983 \text{ Kg} \\ \text{Agregado fino húmedo (522)} & * (1.0711) = 560 \text{ Kg} \end{aligned}$$

10. EL líquido absorbido no constituye a la porción del agua de mezcla y debe ser excluida y corregida mediante la incorporación de agua. Así, la porción de agua efectiva es:

$$205 - 968 * (1.58 - 1.99) / 100 - 522 * (7.11 - 2.61) / 100 = 185$$

Tabla 17. Se muestra los resultados del laboratorio para la dosificación del concreto.

Agregado	Dosificación en peso seco	Proporción en volumen	Dosificación en peso húmedo	Proporción en volumen
	(kg/m3)	peso seco	(kg/m3)	peso húmedo
Cemento	539	1.00	539	1.00
Agua	205	0.38	185	0.34
Agreg. Grueso	968	1.79	983	1.82
Agreg. Fino	522	0.97	560	1.04
Aire	2.0 %		2.0 %	

12.69 Bolsas /m3 de cemento

Fuente: reporte del resultado del laboratorio

Para la elaboración de muestras se hizo la segregación de agregado bruto (hormigón) en agregado grueso teniendo como tamaño máximo de 3/8" y agregado fino, las cuales fueron pesadas en una balanza digital tal como se puede apreciar en las fotografías.

RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA F'c=380 Kg/cm2 PARA 7% DE TiO2

Tabla 18. Se muestra los resultados del laboratorio para la dosificación del concreto con aditivo del 7%.

Agregado	Dosificación en peso seco	Proporción en volumen	Dosificación en peso húmedo	Proporción en volumen
	(kg/m3)	peso seco	(kg/m3)	peso húmedo

Cemento	539	1.00	539	1.00
Aditivo (TiO ₂)	38	0.07	38	0.07
Agua	219	0.41	207	0.38
Agreg. Grueso	968	1.79	983	1.82
Agreg. Fino	361	0.67	386	0.72
Aire	2.0	%	2.0	%

12.69 Bolsas /m³ de cemento

Fuente: reporte del resultado del laboratorio

RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA F'c=380 Kg/cm² PARA 10% DE TiO₂

Tabla 19. Se muestra los resultados del laboratorio para la dosificación del concreto con aditivo del 10%.

Agregado	Dosificación en peso seco	Proporción en volumen	Dosificación en peso húmedo	Proporción en volumen
	(kg/m ³)	peso seco	(kg/m ³)	peso húmedo
Cemento	539	1.00	539	1.00
Aditivo (TiO ₂)	54	0.10	54	0.10
Agua	226	0.42	216	0.40
Agreg. Grueso	968	1.79	983	1.82
Agreg. Fino	291	0.54	312	0.58
Aire	2.0	%	2.0	%

12.69 Bolsas /m³ de cemento

Fuente: reporte del resultado del laboratorio

RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA F'c=380 Kg/cm² PARA 13% DE TiO₂

Tabla 20. Se muestra los resultados del laboratorio para la dosificación del concreto con aditivo del 13%.

Agregado	Dosificación en peso seco	Proporción en volumen	Dosificación en peso húmedo	Proporción en volumen
	(Kg/m ³)	Peso seco	(Kg/m ³)	Peso húmedo
Cemento	539	1.00	539	1.00
Aditivo (TiO ₂)	70	0.13	70	0.13
Agua	232	0.43	226	0.42
Agreg. Grueso	968	1.79	983	1.82
Agreg. Fino	222	0.41	238	0.44
Aire	2.0	%	2.0	%

12.69 Bolsas /m³ de cemento

Fuente: reporte del resultado del laboratorio

Imagen 16. Pesado del agregado grueso en la balanza electrónica.



Fuente: elaboración propia

Imagen 17. Pesado del agregado fino en la balanza electrónica.



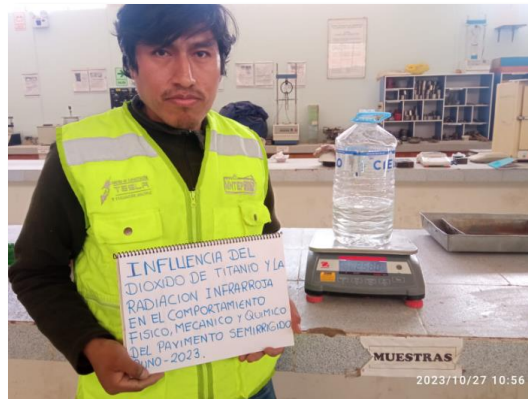
Fuente: elaboración propia

Imagen 18. Evidencia el pesado del cemento Wari tipo I.



Fuente: elaboración propia

Imagen 19. Se muestra el pesado del agua cuya densidad es 1g/cm^3



Fuente: elaboración propia

Imagen 20. Preparación de la mezcla de concreto 380kg/cm^2 para los adoquines.



Fuente: elaboración propia

Imagen 21. Preparación del molde de madera para adoquines de concreto



Fuente: elaboración propia

Imagen 22. Vertido del concreto fresco en el molde.



Fuente: elaboración propia

Imagen 23. Curado de la muestra patron.



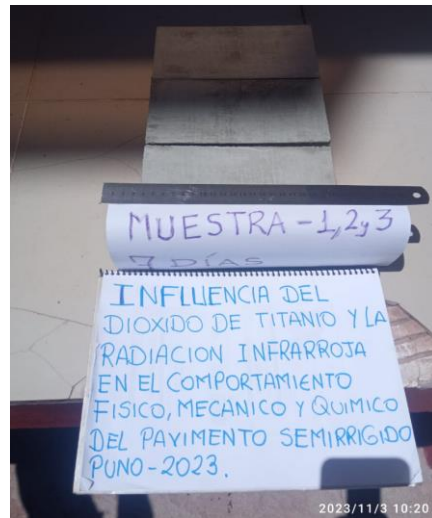
Fuente: elaboración propia

Imagen 24. Curado de la muestra con aditivo (TiO_2) dentro del horno de rayo infrarrojo a 25°C .



Fuente: elaboración propia

Imagen 25. Se observa las 3 muestras patron con un curado de 7 días, las cuales fueron sometidas al prueba de laboratorio.



Fuente: elaboración propia

Imagen 26. Se observa la prueba de resistencia a la compresión de los especímenes sin aditivo a los 7 días.



Fuente: elaboración propia

4.4. Resultados de la Resistencia a la Compresión

La tabla muestra resultados de la recolección de datos de compresión a los 7, 14 y 28 días: se ha observado que la resistencia a llegado hasta 401.03 kg/cm² con un aditivo del 7% TiO₂, mientras que la resistencia para un aditivo del 10% ha

alcanzado un valor de 380.79 kg/cm² y por último la resistencia que se obtuvo para un aditivo del 13% TiO₂ es de 363.79 kg/cm² decayendo considerablemente con respecto a la resistencia alcanzada por la muestra patrón que es de 381.08 kg/cm² esto debido al exceso de aditivo y posterior sometimiento a los rayos infrarrojos.

Tabla 21. *Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la resistencia a la compresion.*

Resistencia a la compresión (kg/cm ²)						
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	f'c (kg/cm ²)			Observación
			7 días	14 días	28 días	
1	0	0	279.50	345.10	381.15	
2	0	0	282.27	340.06	379.48	
3	0	0	286.78	348.79	382.61	
4	25	7	366.21	379.75	396.59	
5	25	7	362.45	377.34	399.16	
6	25	7	370.71	381.48	407.35	
7	25	10	314.19	375.25	378.54	
8	25	10	307.64	373.12	382.04	
9	25	10	310.83	369.31	381.78	
10	25	13	268.32	312.16	358.45	
11	25	13	276.05	319.35	364.23	
12	25	13	273.17	315.42	368.70	

Fuente: resultados de laboratorio

Se aprocesado los datos recolectados para su posterior analisis, el cual sea elaborado una tabla de resumen

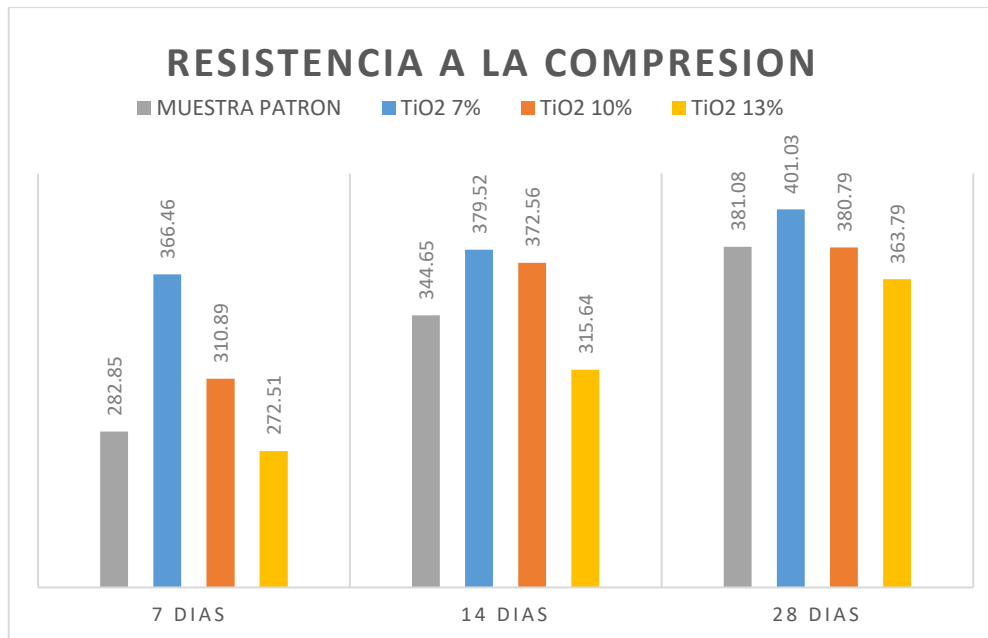
Tabla 22. *Resumen de datos recolectados resistencia a la compresion*

Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)						
Muestra	Rayo infrarrojo (°c)	Aditivo dióxido de titanio (%)	f'c (kg/cm ²)			
			7 días	14 días	28 días	
1	0	0	282.85	344.65	381.08	
2	25	7	366.46	379.52	401.03	
3	25	10	310.89	372.56	380.79	

4	25	13	272.51	315.64	363.79
---	----	----	--------	--------	--------

Fuente: elaboracion propia

Imagen 27. La grafica muestra la tendencia del aditivo a la resistencia ala compresion en funcion del tiempo



Fuente elaboracion propia

4.5. Resultados de módulo de elasticidad del concreto

La tabla exhibe la recolección de información provenientes de los hallazgos logrados en el laboratorio respecto al módulo de elasticidad. Se nota una reducción significativa en el módulo de elasticidad a razón que la muestra incrementa la proporción de aditivo (TiO₂), en comparación con la muestra estándar.

Tabla 23. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para el modulo de elasticidad del concreto.

Ensayo módulo de elasticidad				
Muestra	rayo infrarrojo (°c)	Aditivo dióxido de titanio (%)	Módulo de elasticidad (MPa)	Observaciones
1	0	0	32,912.81	edad 28 días
2	25	7	38,790.10	edad 28 días
3	25	10	30,802.66	edad 28 días

4	25	13	29,326.19	edad 28 días
---	----	----	-----------	--------------

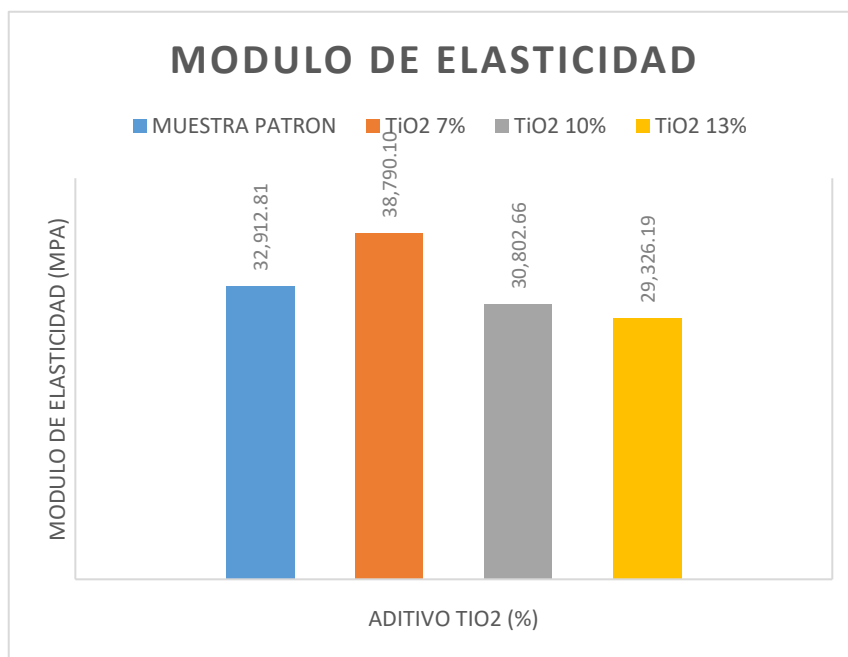
Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 24. Resumen de datos recolectados del modulo de elasticidad

Módulo de elasticidad			
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	Módulo de elasticidad (MPa)
1	0	0	32,912.81
2	0	7	38,790.10
3	25	10	30,802.66
4	25	13	29,326.19

Fuente: elaboracion propia

Imagen 28. La figura muestra la tendencia del aditivo (TiO2) al modulo de elasticidad en funcion al porcentaje de aditivo.



Fuente elaboracion propia

4.6. Resultados densidad del concreto

La tabla muestra la reunión de información de los resultados obtenidos en laboratorio de la densidad, observándose que la densidad ha disminuido en razón al incremento en el porcentaje de aditivo (TiO₂).

Tabla 25. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la densidad del concreto.

Ensayo de densidad del concreto				
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	Densidad (g/cm ³)	Observaciones
1	0	0	2.12	densidad seca
2	0	0	2.13	densidad seca
3	0	0	2.13	densidad seca
4	25	7	2.13	densidad seca
5	25	7	2.14	densidad seca
6	25	7	2.14	densidad seca
7	25	10	2.10	densidad seca
8	25	10	2.10	densidad seca
9	25	10	2.10	densidad seca
10	25	13	2.06	densidad seca
11	25	13	2.07	densidad seca
12	25	13	2.07	densidad seca

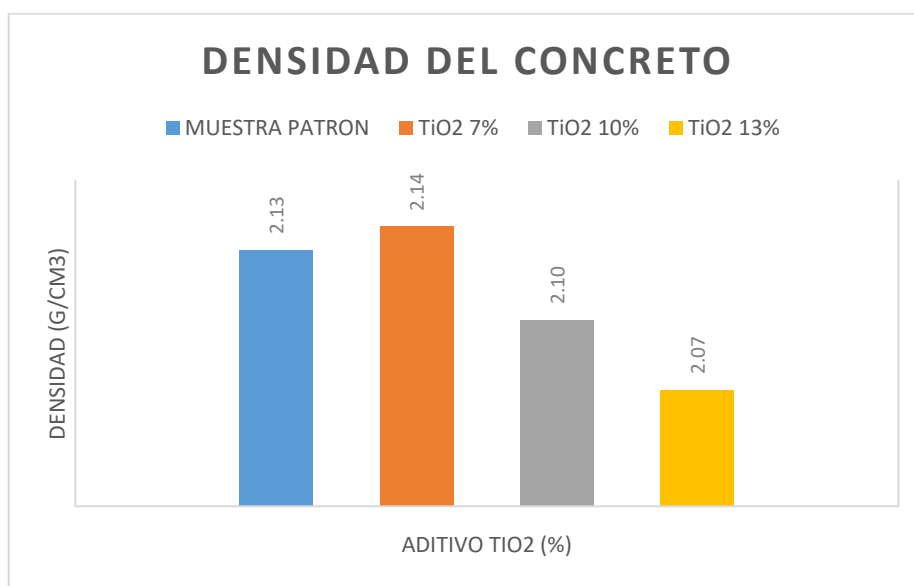
Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 26. Resumen de datos recolectados de densidad

Ensayo de densidad del concreto			
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	Densidad (g/cm ³)
1	0	0	2.13
2	25	7	2.14
3	25	10	2.10
4	25	13	2.07

Fuente: elaboracion propia

Imagen 29. La grafica muestra la tendencia del aditivo a la densidad en funcion al porcentaje de aditivo.



Fuente elaboracion propia

4.7. Resultados de la porosidad del concreto

La tabla presenta la agrupación de información de los resultados de laboratorio sobre la porosidad. Se aprecia un aumento significativo en la porosidad conforme se incrementa el porcentaje de aditivo (TiO2).

Tabla 27. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la porosidad del concreto.

Ensayo de porosidad del concreto				
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	Porosidad (%)	Observaciones
1	0	0	5.24	
2	0	0	4.99	
3	0	0	4.99	
4	25	7	3.19	
5	25	7	2.95	
6	25	7	2.69	
7	25	10	5.24	
8	25	10	4.97	
9	25	10	5.10	

10	25	13	5.73
11	25	13	5.81
12	25	13	5.75

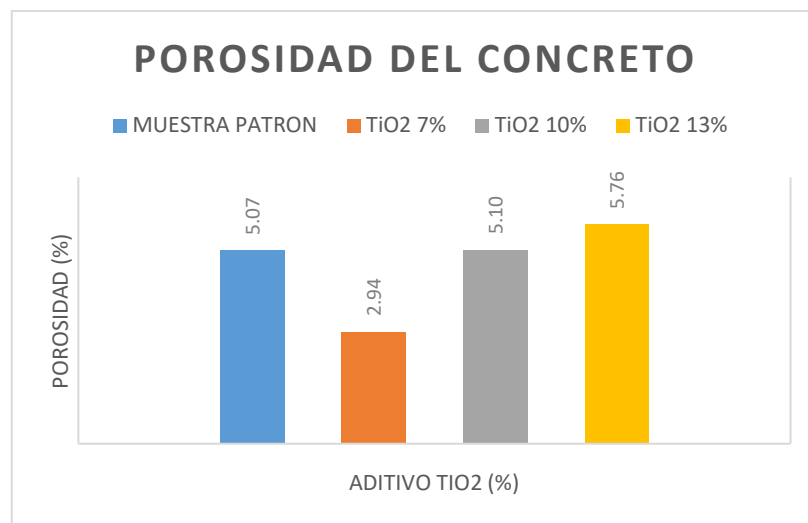
Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 28. Resumen de datos recolectados de porosidad

Ensayo de porosidad del concreto			
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	Porosidad (%)
1	0	0	5.07
2	25	7	2.94
3	25	10	5.10
4	25	13	5.76

Fuente: elaboracion propia

Imagen 30. La grafica muestra la tendencia del aditivo a la porosidad en funcion al porcentaje de aditivo.



Fuente elaboracion propia

4.8. Resultados de absorción de agua en concreto

La tabla exhibe la recopilación de datos de los resultados de laboratorio sobre la absorción de agua. Se evidencia un aumento notable en la absorción de agua conforme se incrementa el porcentaje de aditivo (TiO2).

Tabla 29. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la absorción de agua en concreto.

Ensayo de absorción de agua en concreto				
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	Absorción de agua (%)	Observación
1	0	0	4.58	
2	0	0	4.45	
3	0	0	4.44	
4	25	7	3.99	
5	25	7	4.12	
6	25	7	4.00	
7	25	10	4.61	
8	25	10	4.37	
9	25	10	4.49	
10	25	13	5.40	
11	25	13	5.24	
12	25	13	5.31	

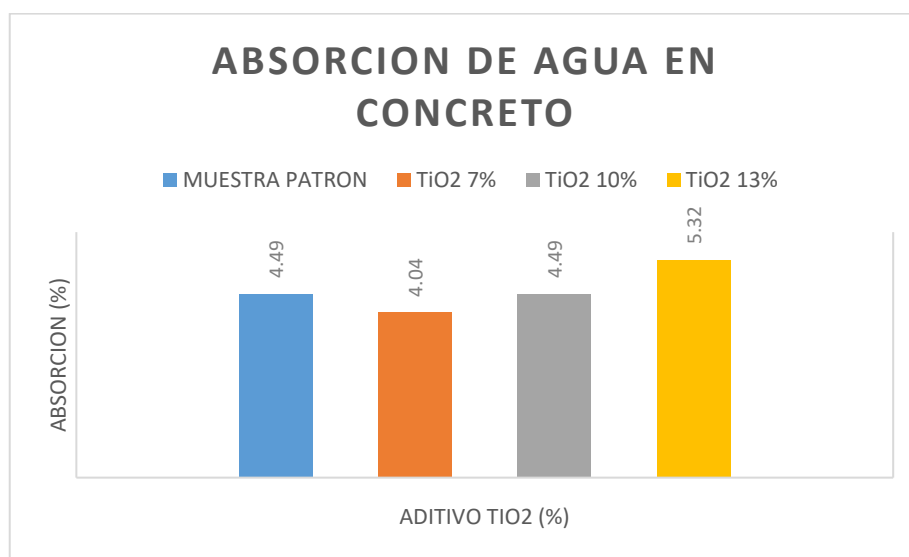
Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 30. Resumen de datos recolectados de absorción de agua en concreto.

Ensayo de absorción de agua en concreto			
Muestra	Rayo infrarrojo (C°)	Aditivo dióxido de titanio (%)	Absorción de agua (%)
1	0	0	4.49
2	25	7	4.04
3	25	10	4.49
4	25	13	5.32

Fuente: elaboración propia

Imagen 31. La grafica muestra la tendencia del aditivo a la porosidad en funcion al porcentaje de aditivo.



Fuente elaboracion propia

4.9. Resultados de determinación de pH en concreto

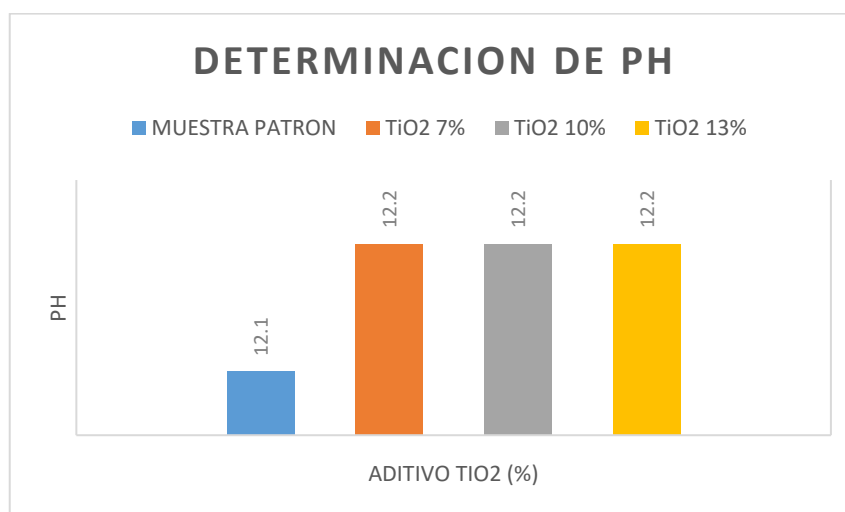
La tabla muestra la recolección de datos de los resultados obtenidos en laboratorio del pH, observándose que el pH ha aumentado con la adición de aditivo manteniéndose constante a cualquier porcentaje de aditivo (TiO₂).

Tabla 31. Muestra los datos recolectados del reporte de laboratorio para la determinación del pH en concreto.

Determinación de pH				
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	pH	observaciones
1	0	0.00	12.1	
2	25	7.00	12.2	
3	25	10.00	12.2	
4	25	13.00	12.2	

Fuente: resultados de laboratorio

Imagen 32. La grafica muestra la tendencia del aditivo al pH en funcion al porcentaje de aditivo.



Fuente elaboracion propia

4.10. Resultados de resistencia a ataque a sulfatos

La tabla presenta la agrupación de información de los resultados obtenidos en laboratorio sobre la resistencia al ataque de sulfatos. Se nota que las muestras no experimentaron desgaste con el incremento del porcentaje de aditivo (TiO₂), y la muestra patrón tampoco mostró signos de desgaste.

Tabla 32. Muestra los rdatos recolectados del reporte de laboratorio para la resistencia a ataque de sulfatos en concreto.

Ensayo de resistencia al ataque de sulfatos				
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	G.D. (%)	observaciones
1	0	0	0.00%	7 días en MgSO ₄
2	0	0	0.00%	7 días en MgSO ₄
3	25	7	0.00%	7 días en MgSO ₄
4	25	7	0.00%	7 días en MgSO ₄
5	25	10	0.00%	7 días en MgSO ₄
6	25	10	0.00%	7 días en MgSO ₄
7	25	13	0.00%	7 días en MgSO ₄
8	25	13	0.00%	7 días en MgSO ₄

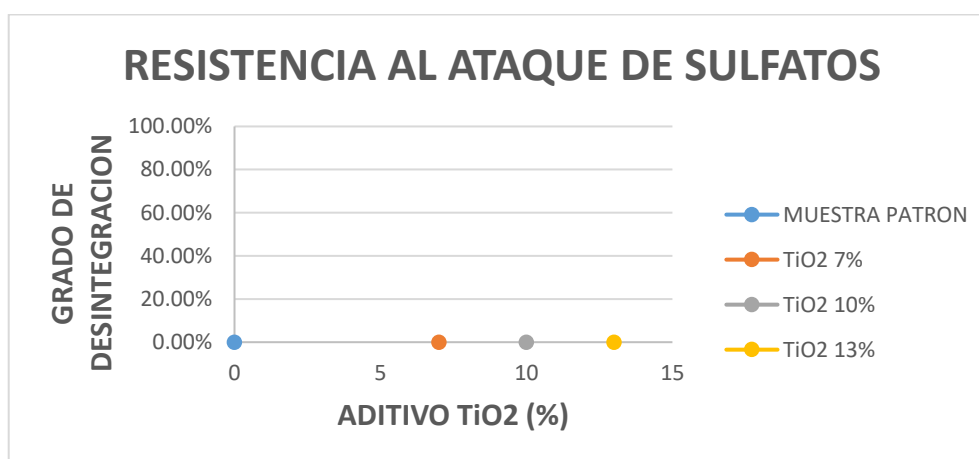
Fuente: resultados de laboratorio

Tabla 33. Resumen de datos recolectados de resistencia a los ataques de sulfato en concreto.

Ensayo de resistencia al ataque de sulfatos			
Muestra	Rayo infrarrojo (°C)	Aditivo dióxido de titanio (%)	G.D. (%)
1	0	0	0.00%
2	25	7	0.00%
3	25	10	0.00%
4	25	13	0.00%

Fuente: elaboracion propia

Imagen 33. La grafica muestra la tendencia de la resistencia a los ataques de sulfato en funcion al porcentaje de aditivo.



Fuente elaboracion propia

4.11. Prueba de hipótesis

Hipótesis general: El uso del dióxido de titanio y la radiación infrarroja influyen directa y proporcionalmente en las características físicas, mecánicas y químicas del pavimento semirrígido.

La hipótesis se rechaza, debido a que la evidencia de las mediciones de los indicadores en sus características físicas, mecánicas y químicas, no influyen directa y proporcionalmente en las dichas propiedades, no obstante, se ha encontrado una proporción óptima de aditivo en el cual si influye positivamente en mencionadas propiedades.

Hipótesis específica: La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades físicas del concreto para pavimento semirrígido.

La hipótesis se rechaza, debido a que la evidencia de las mediciones de los indicadores en sus propiedades físicas, tal como la densidad, donde esta ha disminuido conforme más porcentaje de aditivo tenía la muestra, teniendo como óptimo 2.14 g/cm³ para el 7% de aditivo, por lo tanto, hay una pequeña mejora en la propiedad. En referencia a la porosidad ha aumentado gradualmente en función al aditivo, desmejorando la propiedad a más porcentaje de aditivo que tenga la muestra, teniendo como un valor óptimo de 2.94% para el 7% de aditivo, que en consecuencia mejora la propiedad. También se ha evidenciado que la absorción de agua en el concreto ha aumentado entre más porcentaje de aditivo tenga la muestra, empeorando la propiedad física, no obstante, se tiene un valor óptimo de 4.04% de absorción de agua para el aditivo del 7%, en tanto mejora la propiedad.

Prueba de normalidad

Evaluación de la normalidad de la densidad con porcentaje de aditivo TiO₂ a los 28 días:

Tabla 34. *Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la densidad.*

Aditivo dióxido de titanio (%)	Densidad (g/cm ³)
0	2.13
7	2.14
10	2.10
13	2.07

Fuente: elaboración propia

Tabla 35. *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADITIVO	0.214	4	.	0.957	4	0.759
DENSIDAD	0.236	4	.	0.94	4	0.653

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: estadística SPSS

La evaluación de normalidad señaló que la distribución de los datos sigue una distribución normal. En consecuencia, se optó por utilizar estadísticas **paramétricas**, ya que el valor de la significancia (Sig.) es de 0.759, el cual es mayor que 0.05. En consecuencia, se empleó la **correlación de Pearson**.

H0: $\rho=0$ (no existe correlación)

H1: $\rho\neq 0$ (si existe correlación)

Tabla 36. *correlacion de Pearson*

Correlaciones			
		ADITIVO	DENSIDAD
ADITIVO	Correlación de Pearson	1	-0.776
	Sig. (bilateral)		0.224
	N	4	4
DENSIDAD	Correlación de Pearson	-0.776	1
	Sig. (bilateral)	0.224	
	N	4	4

Fuente: estadística SPSS

De la tabla de la correlación de Pearson del porcentaje de aditivo y la porosidad se tiene que $\rho = -0.776$ y con $p = 0.224$ (significancia), por lo tanto, como $p = 0.224 >= 0.05$ entonces no existe relación significativa entre las variables.

Prueba de normalidad de la porosidad con porcentaje de aditivo TiO₂ a los 28 días:

Tabla 37. *Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la porosidad.*

Aditivo dióxido de titanio (%)	Porosidad (%)
0	5.07
7	2.94
10	5.10
13	5.76

Fuente: elaboracion propia

Tabla 38. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADITIVO	0.214	4	.	0.957	4	0.759
POROSIDAD	0.335	4	.	0.883	4	0.351

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: estadística SPSS

La prueba de normalidad reveló que la información presenta una distribución normal. En consecuencia, se optó por utilizar métodos estadísticos **paramétricos**, ya que el valor de la significancia (Sig.) es de 0.759, el cual supera el umbral de 0.05. Por lo tanto, se procedió a utilizar la **correlación de Pearson**

H0: $\rho=0$ (no existe correlación)

H1: $\rho \neq 0$ (si existe correlación)

Tabla 39. correlacion de Pearson

Correlaciones			
		ADITIVO	POROCIDAD
ADITIVO	Correlación de Pearson	1	0.295
	Sig. (bilateral)		0.705
	N	4	4
POROSIDAD	Correlación de Pearson	0.295	1
	Sig. (bilateral)	0.705	
	N	4	4

Fuente: estadística SPSS

De la tabla de la correlación de Pearson del porcentaje de aditivo y la porosidad se tiene que $\rho = 0.295$ y con $p = 0.705$ (significancia), por lo tanto, como $p = 0.705 \geq 0.05$ entonces no existe relación significativa entre las variables.

Prueba de normalidad de la absorción de agua con proporción de aditivo TiO₂ a los 28 días:

Tabla 40. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la absorción de agua.

Aditivo dióxido de titanio (%)	Absorción de agua (%)
0	4.49
7	4.04
10	4.49
13	5.32

Fuente: elaboración propia

Tabla 41. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADITIVO	0.214	4	.	0.957	4	0.759
ABSORCION	0.321	4	.	0.905	4	0.455

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: estadística SPSS

La prueba de normalidad ha indicado que los datos exhiben una distribución normal. En consecuencia, se ha optado por utilizar métodos estadísticos **paramétricos**, ya que el valor de la significancia (Sig.) es de 0.759, superando el umbral de 0.05. Por ende, se ha empleado la **correlación de Pearson**.

H0: $\rho=0$ (no existe correlación)

H1: $\rho \neq 0$ (si existe correlación)

Tabla 42. correlacion de Pearson

Correlaciones			
		ADITIVO	ABSORCION
ADITIVO	Correlación de Pearson	1	0.537
	Sig. (bilateral)		0.463
	N	4	4
ABSORCION	Correlación de Pearson	0.537	1
	Sig. (bilateral)	0.463	
	N	4	4

Fuente: estadística SPSS

De la tabla de la correlación de Pearson del porcentaje de aditivo y la absorción se tiene que $\rho = 0.537$ y con $p = 0.463$ (significancia), por lo tanto, como $p = 0.463 \geq 0.05$ entonces no se encuentra una correlación significativa entre las variables.

Hipótesis específica: La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades mecánicas del concreto para pavimento semirrígido.

La hipótesis se rechaza, esto debido a que la evidencia de las mediciones de los indicadores en sus propiedades mecánicas, tal como la resistencia a la compresión, donde esta ha disminuido conforme más porcentaje de aditivo tenía la muestra, teniendo como óptimo 401.03 kg/cm² para el 7% de aditivo, por lo tanto, hay una pequeña mejora en la propiedad. También se ha evidenciado que el módulo de elasticidad en el concreto ha disminuido entre más porcentaje de aditivo tenga la muestra, empeorando la propiedad mecánica, no obstante, se tiene un valor óptimo de 38,790.10 MPa de módulo de elasticidad para el aditivo del 7%, en tanto mejora la propiedad.

Prueba de normalidad:

Prueba de normalidad de resistencia a la compresión con porcentaje de aditivo TiO₂ a los 7 días:

Tabla 43. *Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la resistencia a la compresion a los 7 dias.*

Aditivo dióxido de titanio (%)	f'c (kg/cm²) 7 días
0	282.85
7	366.46
10	310.89
13	272.51

Fuente: elaboracion propia

Tabla 44. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADITIVO	0.214	4	.	0.957	4	0.759
RESISTENCIA_7D	0.226	4	.	0.901	4	0.438

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: estadística SPSS

La prueba de normalidad ha señalado que la información se adapta a una distribución normal. En consecuencia, se ha decidido utilizar métodos estadísticos **paramétricos**, dado que el valor de la significancia (Sig.) es de 0.759, lo cual es superior a 0.05. Por lo tanto, se ha empleado la **correlación de Pearson**.

H0: $\rho=0$ (no existe correlación)

H1: $\rho\neq 0$ (si existe correlación)

Tabla 45. correlacion de Pearson

Correlaciones			
		ADITIVO	RESISTENCIA_7D
ADITIVO	Correlación de Pearson	1	-0.041
	Sig. (bilateral)		0.959
	N	4	4
RESISTENCIA_7D	Correlación de Pearson	-0.041	1
	Sig. (bilateral)	0.959	
	N	4	4

Fuente: estadística SPSS

De la tabla de la correlación de Pearson del porcentaje de aditivo y resistencia a la compresión a los 7 días se tiene que $\rho = -0.041$ y con $p = 0.959$ (significancia), por lo tanto, como $p = 0.959 \geq 0.05$ entonces no existe relación significativa entre las variables.

Prueba de normalidad de resistencia a la compresión con porcentaje de aditivo TiO₂ a los 14 días:

Tabla 46. Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la resistencia a la compresión a los 14 días.

Aditivo dióxido de titanio (%)	f'c (kg/cm ²) 14 días
0	344.65
7	379.52
10	372.56
13	315.64

Fuente: elaboración propia

Tabla 47. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADITIVO	0.214	4	.	0.957	4	0.759
RESISTENCIA_14D	0.248	4	.	0.924	4	0.558

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: estadística SPSS

La evaluación de normalidad ha revelado que los datos exhiben una distribución normal. En consecuencia, se ha optado por utilizar métodos estadísticos **paramétricos**, ya que el valor de la significancia (Sig.) es de 0.759, superando el umbral de 0.05. Por lo tanto, se ha empleado la **correlación de Pearson**.

H0: $\rho=0$ (no existe correlación)

H1: $\rho \neq 0$ (si existe correlación)

Tabla 48. correlacion de Pearson

Correlaciones			
		ADITIVO	RESISTENCIA_14D
ADITIVO	Correlación de Pearson	1	-0.22
	Sig. (bilateral)		0.78
	N	4	4
RESISTENCIA_14D	Correlación de Pearson	-0.22	1

Sig. (bilateral)	0.78	
N	4	4

Fuente: estadística SPSS

De la tabla de la correlación de Pearson del porcentaje de aditivo y resistencia a la compresión a los 14 días se tiene que $\rho = -0.220$ y con $p = 0.780$ (significancia), por lo tanto, como $p = 0.780 \geq 0.05$ entonces no existe relación significativa entre las variables.

Prueba de normalidad de resistencia a la compresión con porcentaje de aditivo TiO₂ a los 28 días:

Tabla 49. *Data de correlación entre porcentaje de aditivo y la resistencia a la compresion a los 28 días.*

Aditivo dióxido de titanio (%)	f'c (Kg/cm ²) 28 días
0	381.08
7	401.03
10	380.79
13	363.79

Fuente: elaboracion propia

Tabla 50. *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADITIVO	0.214	4	.	0.957	4	0.759
RESISTENCIA_28D	0.266	4	.	0.945	4	0.686

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: estadística SPSS

La evaluación de normalidad indica que los datos se distribuyen de manera normal. En consecuencia, se ha optado por utilizar métodos estadísticos **paramétricos**, dado que el valor de la significancia (Sig.) es de 0.759, lo cual supera el umbral de 0.05. Por ende, se ha utilizado la **correlación de Pearson**

H₀: $\rho=0$ (no existe correlación)

H1: $p \neq 0$ (si existe correlación)

Tabla 51. *correlacion de Pearson*

Correlaciones			
		ADITIVO	RESISTENCIA_28D
ADITIVO	Correlación de Pearson	1	-0.416
	Sig. (bilateral)		0.584
	N	4	4
RESISTENCIA_28D	Correlación de Pearson	-0.416	1
	Sig. (bilateral)	0.584	
	N	4	4

Fuente: estadística SPSS

De la tabla de la correlación de Pearson del porcentaje de aditivo y resistencia a la compresión a los 28 días se tiene que $p = -0.416$ y con $p = 0.584$ (significancia), por lo tanto, como $p = 0.584 \geq 0.05$ entonces no existe relación significativa entre las variables.

Prueba de normalidad del módulo de elasticidad con porcentaje de aditivo TiO₂ a los 28 días:

Tabla 52. *Data de correlación entre porcentaje de aditivo y el modulo de elasticidad a los 28 días.*

Aditivo dióxido de titanio (%)	Módulo de elasticidad (MPa)
0	32,912.81
7	38,790.10
10	30,802.66
13	29,326.19

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 53. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADITIVO	0.214	4	.	0.957	4	0.759
MOD_ELAST	0.254	4	.	0.906	4	0.463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: estadística SPSS

El análisis de normalidad ha confirmado que los datos exhiben una distribución normal. En consecuencia, se ha optado por utilizar métodos estadísticos paramétricos, dado que el valor de la significancia (Sig.) es de 0.759, lo cual supera el umbral de 0.05. Por ende, se ha utilizado la **correlación de Pearson**.

H0: $\rho=0$ (no existe correlación)

H1: $\rho \neq 0$ (si existe correlación)

Tabla 54. correlacion de Pearson

Correlaciones			
		ADITIVO	MOD_ELAST
ADITIVO	Correlación de Pearson	1	-0.402
	Sig. (bilateral)		0.598
	N	4	4
MOD_ELAST	Correlación de Pearson	-0.402	1
	Sig. (bilateral)	0.598	
	N	4	4

Fuente: estadística SPSS

De la tabla de la correlación de Pearson del porcentaje de aditivo y el módulo de elasticidad a los 28 días se tiene que $\rho = -0.402$ y con $p = 0.598$ (significancia), por lo tanto, como $p = 0.598 \geq 0.05$ entonces no existe relación significativa entre las variables.

Hipótesis específica: La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades químicas del concreto para pavimento semirrígido

La hipótesis se rechaza, esto debido a que la evidencia de las mediciones de los indicadores en sus propiedades químicas, tal como el pH del concreto, donde este tiene un pequeño incremento constante independiente al porcentaje de aditivo tenía la muestra, teniendo como valor de pH de 12.2, por lo tanto, hay una pequeña mejora en la propiedad. También se ha evidenciado que la resistencia al ataque de sulfatos en el concreto no ha sufrido ningún cambio manteniéndose inalterable con un valor de 0 % de grado de desintegración.

Prueba de normalidad

Prueba de normalidad de pH con porcentaje de aditivo TiO₂ a los 28 días:

Tabla 55. *Data de correlación entre porcentaje de aditivo y el pH.*

Aditivo dióxido de titanio (%)	pH
0.00	12.1
7.00	12.2
10.00	12.2
13.00	12.2

Fuente: elaboracion propia

Tabla 56. *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADITIVO	0.214	4	.	0.957	4	0.759
pH	0.441	4	.	0.630	4	0.001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: estadística SPSS

La evaluación de normalidad ha indicado que los datos muestran una distribución normal. En consecuencia, se ha optado por utilizar métodos estadísticos **no paramétricos**, ya que el valor de la significancia (Sig.) es de 0.001, superando el umbral de 0.05. En consecuencia, se ha aplicado la **correlación de Spearman**.

H0: $\rho=0$ (no existe correlación)

H1: $\rho \neq 0$ (si existe correlación)

Tabla 57. *correlacion de Spearman*

Correlaciones						
Rho de Spearman	ADITIVO	Coefficiente de correlación	ADITIVO	1	pH	0.775
		Sig. (bilateral)		.		0.225
		N		4		4
	pH	Coefficiente de correlación		0.775		1
		Sig. (bilateral)		0.225		.
		N		4		4

Fuente: estadística SPSS

De la tabla de la correlación de Spearman del porcentaje de aditivo y el pH se tiene que $\rho = 0.775$ y con $p = 0.225$ (significancia), por lo tanto, como $p = 0.225 \geq 0.05$ entonces no existe relación significativa entre las variables.

Evaluación de normalidad de la resistencia a ataque a sulfatos con porcentaje de aditivo TiO₂ a los 28 días:

Tabla 58. *Data de correlación entre porcentaje de aditivo y el grado de desintegración.*

Aditivo dióxido de titanio (%)	Grado de desintegración (%)
0	0.00
7	0.00
10	0.00
13	0.00

Fuente: elaboracion propia

En la tabla se observa que los valores del indicador de resistencia al ataque de sulfatos en específico al grado de desintegración del concreto se muestran que esta no ha sufrido alteración o desgaste, por lo tanto, no se ha encontrado una correlación relevante entre las variables.

hipótesis específica: Se determina la proporción adecuada de dióxido de titanio para el diseño de pavimento semirrígido.

La hipótesis se acepta, esto debido a que la evidencia de las mediciones de los indicadores en sus características físicas, mecánicas y químicas se encontró que el valor óptimo se alcanza al 7% de aditivo (TiO_2), donde se aprecia una mejora en las propiedades.

V. DISCUSIÓN

En relación al objetivo general, basándonos en los resultados de los objetivos específicos, la influencia es parcialmente positiva, puesto que se evidencia que un porcentaje de aditivo del 7% (TiO₂), mejora sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, no obstante, en las de 10% y 13% (TiO₂) son desfavorables.

Con respecto a los objetivos específicos, las muestras contenían 0%, 7%, 10% y 13% de aditivo (TiO₂) las cuales fueron introducidas al horno de rayo infrarrojo cuya potencia fue de 11KW y estaba a una temperatura controlada de 25 °C. En relación a la influencia en las propiedades físicas, la agregación de dióxido de titanio (TiO₂) y sometidos a radiación infrarroja a los adoquines de concreto para pavimentos semirrígidos se ha observado la disminución de la densidad de los adoquines que están con aditivo (TiO₂) al 7%, 10% y 13% alcanzando valores de 2.14 g/cm³, 2.10 g/cm³ y 2.07 g/cm³ respectivamente, mientras que la densidad de la muestra patrón ha obtenido un valor de 2.13 g/cm³, se observa que la densidad ha disminuido entre más adición de aditivo tenga la muestra. También se observa que la porosidad de los adoquines con aditivo (TiO₂) al 7%, 10% y 13% han alcanzado valores de 2.94 %, 5.10% y 5.76% con respecto a la muestra patrón que alcanzó un valor de 5.07%, aumentando su valor con más adición de aditivo a las muestras. Además, se ha observado que la absorción de agua en concreto ha aumentado obteniéndose valores de 4.49%, 4.04%, 4.49% y 5.32% para 0%, 7%, 10%, 13% de aditivo respectivamente.

Con respecto a la influencia en las características mecánicas, la resistencia inicial a los 7 días los adoquines que están con aditivo (TiO₂) al 7%, alcanzando un valor de 366.46 Kg/cm² en cuanto a la muestra patrón que solo alcanzo un valor de 282.85 Kg/cm², evidenciando que ha tenido una aceleración considerable en el fraguado del concreto, esto debido al horno de rayo infrarrojo, muestras con el aditivo TiO₂ al 10% y 13% ha sufrido un descenso de la resistencia con valores alcanzados de 310.89 Kg/cm² y 272.51Kg/cm² respectivamente. El valor máximo alcanzado a los 28 días de las muestras con aditivo del TiO₂ al 7%, 10% y 13% ha alcanzado un valor de 401.03 Kg/cm², 380.79 Kg/cm² y 363.79 Kg/cm² en cada

caso, este implica que a más tiempo que las muestras con aditivo TiO_2 permanezcan en el horno de rayo infrarrojo, la resistencia de las muestras decae considerablemente.

En relación a la influencia en las propiedades químicas, se ha observado un aumento no sustancial del pH alcanzado un valor de 12.20 para muestras con aditivo (TiO_2) del 7%, 10% y 13% con respecto a la muestra patrón que alcanzó un valor de 12.10, mientras que en la resistencia a ataque a sulfatos no se ha observado ninguna variación, teniendo como 0% el grado de desintegración para todos los porcentajes de aditivos

(José Reyes 2021) , hace uso del aditivo (TiO_2) para la fabricación de adoquines de concreto en razones de 0, 3, 5 y 7% dando como consecuencia que la resistencia a la compresión alcanza valores de 141, 179, 171, y 206 kg/cm^2 respectivamente esto con una edad de concreto de 7 días, 198, 241, 252 y 289 Kg/cm^2 respectivamente esto con una edad de concreto de 14 días y 284, 310, 334 y 390 kg/cm^2 respectivamente esto con una edad de concreto de 28 días con un diseño de 210 Kg/cm^2 aumentando considerablemente directa y proporcionalmente al porcentaje de aditivo, mientras que en nuestra investigación los valores de la resistencia a la compresión han disminuido entre más porcentaje de aditivo (TiO_2), cabe mencionar que esta se ha sometido a radiación infrarroja para acelerar el curado del concreto donde se evidenció favorablemente que a los 7 días de edad de concreto se ha tenido un valor de 96.43 % con 7% de aditivo, siendo el valor más alto con respecto al diseño de la muestra patrón.

(Chavarry Vallejos et al. 2021), hace uso del aditivo (TiO_2) para la elaboración del mortero de concreto en proporciones de 0, 5, 7.5 y 10% dando como resultado a la resistencia a la compresión valores de 128.30, 119.20, 102.57, y 88.40 kg/cm^2 respectivamente esto con una edad de concreto de 7 días y 152.70, 141.77, 135.70 y 122.93 kg/cm^2 respectivamente esto con una edad de concreto de 28 días con un diseño de 150 Kg/cm^2 disminuyendo la resistencia en proporción al aditivo, coincidiendo parcialmente con nuestros hallazgos obtenidos en nuestra investigación, puesto que se evidencia que entre más porcentaje de aditivo se tenga

en la muestra, baja la resistencia del concreto. Con respecto a la absorción de agua ha obtenido valores de 140.03, 124.17, 117.94 y 114.64 g/100cm² con respecto a los porcentajes de aditivo en proporciones de 0, 5, 7.5 y 10%, disminuyendo en función al aditivo, en tanto en nuestra investigación ha aumentado el porcentaje de absorción de agua, por lo tanto, difiere parcialmente, puesto que para un 7% de aditivo tiende a bajar en contraste con el 0% de 4.49% a 4.04%, coincidiendo con el antecedente.

(Medina Salazar 2019), usa el dióxido de titanio como aditivo para la producción de mortero autolimpiante de concreto con proporciones 3%, 4% y 5% en la cual llega a la conclusión del aumento gradual de la resistencia a la compresión al decrementar el agua efectiva (A.E.) a la edad de 28 días teniendo como valor óptimo a 3% TiO₂- 85% A.E. alcanzando un valor de 116.19 kg/cm² en relación al mortero patrón que alcanzó un valor de 109.17 kg/cm², coincidiendo parcialmente con nuestros resultados las cuales fueron en proporciones de aditivo (TiO₂) en 7%, 10% y 13% en el cual los valores obtenidos a la resistencia a la compresión a la madurez de 28 días han disminuido inversamente proporcional al porcentaje de aditivo, no obstante, al 7% de aditivo se ha tenido un ligero aumento cuyo valor máximo es de 401.03 kg/cm² en contraste con la muestra patrón que solo alcanzó un valor de 381.08 kg/cm², cabe mencionar que nuestras muestras fueron sometidas a radiación infrarroja.

(Najar Oblitas 2021), emplea el aditivo (TiO₂) para la producción de adoquines de concreto para infraestructura vial con proporciones 3%, 7% y 12% en la cual llega a la conclusión del incremento de la resistencia a la compresión a la madurez de 28 días alcanzando valores de 444.34 kg/cm², 429.40 kg/cm² y 416.22 kg/cm² en cada caso en relación al adoquín sin aditivo (TiO₂) cuyo valor alcanzado es de 425.95 kg/cm², no obstante, con respecto al valor máximo alcanzado de 444.34 con 3% de aditivo disminuye gradualmente hasta 416.22 kg/cm² con 12% de aditivo, coincidiendo parcialmente con nuestros resultados las cuales fueron en proporciones de aditivo (TiO₂) en 7%, 10% y 13% en el cual los valores obtenidos a la resistencia a la compresión a la madurez de 28 días han disminuido inversamente proporcional al porcentaje de aditivo, no obstante, al 7% de aditivo se

ha tenido un ligero aumento cuyo valor máximo es de 401.03 kg/cm² con respecto a la resistencia alcanzada con 0% de aditivo un valor de 381.08kg/cm², cabe mencionar que nuestras muestras fueron sometidas a radiación infrarroja.

La metodología usada tiene su fortaleza en su aplicabilidad entorno al mundo real, su aplicabilidad externa, en el costo económico y más factible y porqué permite abordar preguntas causales y realizar inferencias sobre la relación entre variables, las debilidades que presenta son con respecto a la validación interna debido a la falta de aleatorización y por su limitada capacidad de establecer causalidad con la misma confianza que en un diseño experimental.

La importancia de la investigación reside en su aporte en el campo de la ingeniería civil, el empleo de nuevos compuestos químicos tales como el dióxido de titanio y la influencia de este aditivo en las características físicas, mecánicas y químicas del concreto, esto con el propósito de buscar la dosificación adecuada de este compuesto, donde en el estudio actual se ha encontrado la proporción adecuada de aditivo, por otro lado el empleo de nuevas tecnologías como el horno de radiación infrarroja para el desarrollo y fabricación de adoquines de concreto, esto con la finalidad de observar la influencia de la interacción de la radiación infrarroja sobre las muestras con aditivo, también se buscó acelerar el proceso de curado del concreto y así tener al alcance en el menor tiempo posible, no obstante, también aporta al conocimiento académico con los resultados obtenidos y sienta base para futuras investigaciones en este campo de la ingeniería civil.

Las limitaciones que se tuvieron fueron con respecto a la capacidad del horno de rayo infrarrojo puesto que esta solo alberga 24 adoquines y solo 6 briquetas, el cual es un impedimento para alcanzar los objetivos a corto plazo, esto restringe a la fluidez en la acción de hacer los ensayos de laboratorio para la obtención de los resultados y posterior análisis, no obstante se incorporó al proyecto de investigación un horno de rayo infrarrojo el cual nos permitió hacer el curado de manera eficiente y controlada, tomando como referencia la tesis de (Espinoza Freire 2013) para la construcción del prototipo del horno de rayo infrarrojo.

VI. CONCLUSIONES

CG. Se establece que la inclusión de dióxido de titanio y bajo el sometimiento a radiación infrarroja, influyó parcialmente positiva a los adoquines en sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, esto basándonos en los resultados del reporte del laboratorio y posterior análisis de los resultados, donde se evidenció que a diferentes concentraciones de porcentaje de dióxido de titanio, solo con una concentración de 7% (TiO₂), muestra mejoras en las propiedades físicas, mecánicas y químicas, más en las concentraciones de 10% y 13% decaen sus propiedades, en consecuencia se induce que a más concentración de dióxido de titanio puede resultar contraproducente su uso, puesto que disminuiría en sus propiedades físicas, mecánicas y químicas del concreto

CE1. Se determina que la influencia a los adoquines de concreto con la incorporación del aditivo de dióxido de titanio y sometido a radiación infrarroja es positiva a una concentración del 7% (TiO₂) en sus propiedades físicas, tales como la densidad teniendo como resultado relevante de 2.14 g/cm³ evidenciando un ligero aumento con respecto a la muestra patrón que es de 2.13 g/cm³, más su influencia es negativa en concentraciones de 10% y 13% de dióxido de titanio. También se tiene la propiedad física de porosidad teniendo un valor de 2.94% a la concentración de 7% (TiO₂) esto en contraste con la muestra patrón que es de 5.07% a sufrido disminución en sus vacíos, al 10% y 13% su influencia es negativa. Por último, se tiene la propiedad física de la absorción de agua donde el valor alcanzado por la concentración de 7% (TiO₂) es 4.04% siendo el valor óptimo con respecto a las otras concentraciones de dióxido de titanio.

CE2. Se concluye que la presencia del aditivo de dióxido de titanio en adoquines de concreto, sometidos a radiación infrarroja, impacta de manera positiva en sus propiedades mecánicas cuando se incorpora en una concentración del 7% (TiO₂). Esto se refleja especialmente en la resistencia a la compresión, que alcanzó un valor significativo de 401.03 kg/cm², evidenciando un leve aumento en comparación con la muestra estándar de 381.08 kg/cm². No obstante, se observa una influencia negativa en las concentraciones de 10% y 13% de dióxido de titanio, resultando en una disminución considerable de la resistencia. Adicionalmente, se evaluó la propiedad mecánica del módulo de elasticidad, que mostró un valor de

38,790.10 MPa a una concentración del 7% (TiO₂). En contraste, la muestra patrón registró 32,912.81 MPa, evidenciando un leve incremento en la elasticidad con la incorporación del aditivo al 7%. Sin embargo, a concentraciones del 10% y 13%, se observa una influencia negativa en esta propiedad

CE3. Se determina que la influencia a los adoquines de concreto con la incorporación del aditivo de dióxido de titanio y sometido a radiación infrarroja es positiva a una concentración del 7%, 10% y 13% (TiO₂) en sus propiedades químicas, tales como el pH teniendo como resultado un valor de 12.2 evidenciando un ligero incremento con respecto a la muestra patrón que alcanzó un valor de 12.10, alcalinizándose ligeramente. No obstante, en la propiedad química de la resistencia a ataque a sulfatos no se tiene un impacto positivo ni negativo, ya que se mantuvo constante e inalterable el grado de desintegración frente a la sumersión de las muestras en una solución de sulfato de magnesio según los hallazgos de laboratorio.

CE4. Se establece que la adición del aditivo de dióxido de titanio a los adoquines de concreto, sometidos a radiación infrarroja, resulta beneficiosa en concentraciones del 7% (TiO₂) para sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, siendo la proporción idónea, frente a las demás concentraciones de 10% y 13% que inciden negativamente sobre los resultados.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda para las futuras investigaciones usar el aditivo de dióxido de titanio en bajas concentraciones inferiores al 7%, para así obtener resultados mejores resultados que mejoren las propiedades físicas, mecánicas y químicas del concreto.

Se recomienda hacer el ensayo de velocidad de absorción para saber el tiempo de saturación de las muestras a sumersión en agua, esto con el propósito de introducir posteriormente al horno de rayo infrarrojo en el tiempo adecuado para tener un mejor control del curado del concreto, también calcular el tiempo de permanencia dentro del horno de rayo infrarrojo, esto con el propósito de no generar perdidas en sus propiedades físicas, mecánicas y químicas esto debido al calor.

También se recomienda experimentar con diferentes rangos de temperatura del horno de rayo infrarrojo y así encontrar una temperatura adecuada, el cual ayude a mejorar las propiedades físicas, mecánica y químicas del concreto acelerando el proceso de curado y así alcanzar rápidamente en el menor tiempo posible los valores máximos de sus propiedades.

REFERENCIAS

- ABAD, C., PIÑERO, S., PROVERBIO, T., PROVERBIO REINALDO MARÍN, F., PIÑERO MÉDICO CIRUJANO, S., PROVERBIO TÉCNICO QUÍMICO, T., MARÍN PHSC EN FISIOLOGÍA BIOFÍSICA, R. y INVESTIGADOR, V., 2005. SULFATO DE MAGNESIO: ¿UNA PANACEA? , ISSN 0378-1844.
- AMALIA, N., ASRI, A., ROKHMAT, M. y ABDULLAH, M., 2021. Reduction in Rebound of Concrete Piles Driven into Clays by Coating Pile Surface with Titanium Dioxide Nanoparticles. . S.I.:
- ARIAS, F., 2006. El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica. . S.I.:
- ARISPE ALBUQUERQUE, claudia; Y.J., 2020. LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA. . S.I.:
- ASTM C 469, 1995. ASTM C 469-94 Método Estándar de Ensayo para MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO Y RELACIÓN DE POISSON DEL CONCRETO EN COMPRESIÓN. . S.I.:
- ASTM C-88, 2018. ASTM C-88 Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate. *ASTM*, DOI 10.1520/C0088.
- ASTM C-642, 2021. ASTM C-642 Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. *ASTM*, DOI 10.1520/C0642.
- BAHAMONDES, R. y VARGAS-TEJEDA, S., 2013. Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. . S.I.:
- BORJA SUÁREZ, M., 2016. Metodología de la Investigación Científica para ingenieros. . chiclavo:
- CHAVARRY VALLEJOS, C.M., CHAVARRÍA REYES, L.J., LAOS LAURA, X.A., VALENCIA GUTIÉRREZ, A.A., PEREYRA SALARDI, E. y MARTÍNEZ ZUASNÁBAR, K.R., 2021. Efecto del dióxido de titanio en las propiedades mecánicas y autolimpiantes del mortero. *Universidad Ciencia y Tecnología*, vol. 25, no. 109, ISSN 1316-4821. DOI 10.47460/uct.v25i109.452.
- CORDERO, G., CÁRDENAS, J. y ROJAS, J., 2018. Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI. ,
- DIAMANTOPOULOS, G., KATSIOTIS, M., FARDIS, M., KARATASIOS, I., ALHASSAN, S., KARAGIANNI, M., PAPAVALASSIOLIOU, G. y HASSAN, J., 2020. The Role of Titanium Dioxide on the Hydration of Portland Cement: A Combined NMR and Ultrasonic Study. *Molecules*, vol. 25, no. 22, ISSN 14203049. DOI 10.3390/MOLECULES25225364.
- DÍAZ HERNÁNDEZ, D.Z. y SARMIENTO ALIPIO JHONATHAN ALBERTO, 2020. CONCRETO A BASE DE CENIZAS VOLANTES ACTIVADAS ALCALINAMENTE, MODIFICADO CON NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE SILICIO Y DIÓXIDO DE TITANIO. . Bogotá DC:
- ESPINOZA FREIRE, J.C., 2013. ESTUDIO DEL PROCESO DE SECADO CON LÁMPARAS INFRARROJAS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE HUMEDAD EN CUBETAS DE CARTÓN DE HUEVOS PRODUCIDAS EN LA FÁBRICA AVÍCOLA UBICADA EN SAMANGA. . Ambato-Ecuador:
- FERREIRA, F.G.S., DIAS, L. V., SOARES, S.M. y CASTRO, A.L., 2022. Influence of thermal curing on the physical and mechanical properties of ultra-high-performance cementitious composites

with glass powder. *Revista Alconpat*, vol. 12, no. 2, ISSN 20076835. DOI 10.21041/ra.v12i2.546.

- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., MARÍA DEL PILAR BAPTISTA LUCIO, D. y MÉNDEZ VALENCIA CHRISTIAN PAULINA MENDOZA TORRES, S., 2014. Metodología de la investigación. . Mexico:
- JANCZAREK, M., KLAPISZEWSKI, Ł., JĘDRZEJCZAK, P., KLAPISZEWSKA, I., ŚLOSARCZYK, A. y JESIONOWSKI, T., 2022. *Progress of functionalized TiO₂-based nanomaterials in the construction industry: A comprehensive review*. 15 febrero 2022. S.l.: Elsevier B.V.
- JOSE REYES, 2021. Efecto de la adición de dióxido de titanio en adoquines de concreto $f'c=210$ kg/cm² en Lurigancho, Chosica-2021. . lima:
- MARTÍNEZ, R., 2019. EFECTO DEL DIÓXIDO DE TITANIO (TiO₂) EN EL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO I PARA FACHADAS-LIMA METROPOLITANA (2018). . S.l.:
- MEDINA SALAZAR, E.C., 2019. OPTIMIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL MORTERO AUTOLIMPIABLE C:A:A CON DIÓXIDO DE TITANIO. . Cajamarca:
- MENENDEZ ACURIO, J.R., 2012. INGENIERIA DE PAVIMENTOS. *ICG*, vol. 3,
- MONDRAGÓN CORTEZ, P., 2016. principios y aplicaciones de la espectroscopia de infrarrojo. . S.l.:
- NAJAR OBLITAS, S.N., 2021. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE ADOQUINES PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL ADICIONADO CON TiO₂ (DIÓXIDO DE TITANIO) EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021. . Arequipa:
- NTP 339.034, 2015. NTP-339.034 método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas compresión. *NTP*,
- NTP 399.611, 2010. NTP 399.611 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. *NTP*,
- PACHECO, D., RICO, J., DÍAZ, J.H. y ESPITIA, M.J., 2013. ESTUDIO DFT DE PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y ELECTRÓNICAS DEL ÓXIDO DE TITANIO EN SUS FASES: RUTILO, ANATASA Y BROOKITA. *Revista Colombiana de Materiales N. colombia*:
- RIVVA LÓPEZ, E., 2000. Materiales de Concreto. *ACI*,
- SEGURA MONTOYA, D. y CAMELO MANZANARES, D., 2019. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE PREFABRICADOS PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN CONCRETO ADICIONADO CON DIÓXIDO DE TITANIO (TiO₂). . S.l.:
- SVINTSOV, A.P., ABUMAHADI, M., ABDELSALAM, M. y OBEID, A., 2023. STRENGTHENING OF CONCRETE HARDENING USING INFRARED RADIATION. [en línea]. S.l.: Disponible en: www.naukaip.ru.
- WANG, L., ZHANG, H. y GAO, Y., 2018. Effect of TiO₂ nanoparticles on physical and mechanical properties of cement at low temperatures. *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2018, ISSN 16878442. DOI 10.1155/2018/8934689.

ANEXOS

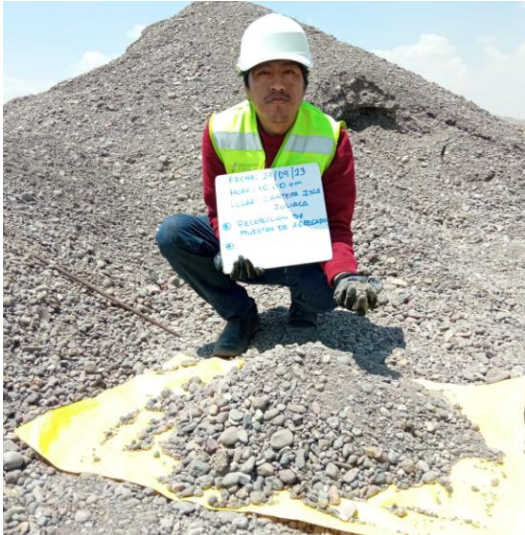
Anexo 1
Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Influencia del dióxido de titanio y la radiación infrarroja en el comportamiento físico, mecánico, y químico del pavimento semirrígido, puno - 2023”

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
problema General	Objetivo General	Hipótesis general	DEPENDIENTE	VDP1: PAVIMENTO SEMIRRIGIDO	FÍSICAS	Densidad (kg/m³)	RAZON
¿De qué manera influye el empleo de dióxido de titanio y la radiación infrarroja en mejorar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del pavimento semirrígido?	Determinar la influencia del empleo de dióxido de titanio y la luz infrarroja en mejorar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del pavimento semirrígido.	El uso del dióxido de titanio y la radiación infrarroja influyen directa y proporcionalmente en las propiedades físicas, mecánicas y químicas del pavimento semirrígido.				Porosidad (%)	RAZON
						Absorción de agua (%)	RAZON
Problema específico	Objetivo Específico	Hipotesis específico			MECÁNICAS	Resistencia a la compresión (MPa)	RAZON
¿Cómo la incorporación de dióxido titanio y la radiación infrarroja influyen en las propiedades físicas del concreto para pavimento semirrígido?	Determinar como la incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja influye en las propiedades físicas del concreto para pavimento semirrígido	La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades físicas del concreto para pavimento semirrígido				Módulo de elasticidad (MPa)	RAZON
						pH	RAZON
¿Cómo la incorporación de dióxido titanio y la radiación infrarroja influyen en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento semirrígido?	Determinar como la incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja influye en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento semirrígido	La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades mecánicas del concreto para pavimento semirrígido	QUÍMICAS	Resistencia al ataque a sulfatos	RAZON		
¿Cómo la incorporación de dióxido titanio y la radiación infrarroja influyen en las propiedades químicas del concreto para pavimento semirrígido?	Determinar como la incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja influye en las propiedades químicas del concreto para pavimento semirrígido	La incorporación de dióxido de titanio y la radiación infrarroja mejora las propiedades químicas del concreto para pavimento semirrígido	INDEPENDIENTE	VII: DIOXIDO DE TITANIO	PORCENTAJE DE DOSIFICACIÓN	7%	RAZON
						10%	RAZON
						13%	RAZON
¿Cuál es la proporción adecuada de dióxido de titanio para el diseño de pavimento semirrígido?	Determinar la proporción adecuada de dióxido de titanio para el diseño de pavimento semirrígido.	Se determina la proporción adecuada de dióxido de titanio para el diseño de pavimento semirrígido.	VI 2: RADIACION INFRARROJA		LONGITUD DE ONDA	nm	RAZON
					INTENSIDAD	W/m²	RAZON
					TEMPERATURA DE EMISION	°C	RAZON

Anexo 2
Panel fotográfico



En la fotografía se puede apreciar la extracción de la muestra de agregado de la cantera isla ubicada a las afueras de la ciudad de Juliaca.

En la fotografía se puede apreciar la selección de agregado usando el método del cuarteo para así tener una muestra representativa para el diseño de mezclas.



En la fotografía se puede observar el acopio de la muestra representativa el cual se puso en una bolsa de plástico doble esto con la finalidad de no alterar la humedad de la muestra.





En la fotografía se puede apreciar el tamizado de la muestra para el análisis granulométrico del agregado el cual nos servirá para el diseño de mezclas

En la fotografía se puede ver el pesado en una balanza electrónica de la muestra retenida en los tamices esto con la finalidad de clasificar el tamaño.



En la fotografía se puede apreciar la introducción horno de la tara con la muestra para su respectivo secado esto con la finalidad de obtener el porcentaje de humedad del agregado.



En la fotografía se puede observar el pesado del molde cilíndrico en una balanza electrónica cuya precisión es de 1g

En la figura se observa la aplicación de 25 golpes en cada capa en volúmenes de 1/3 con la ayuda de la varilla punta bala.



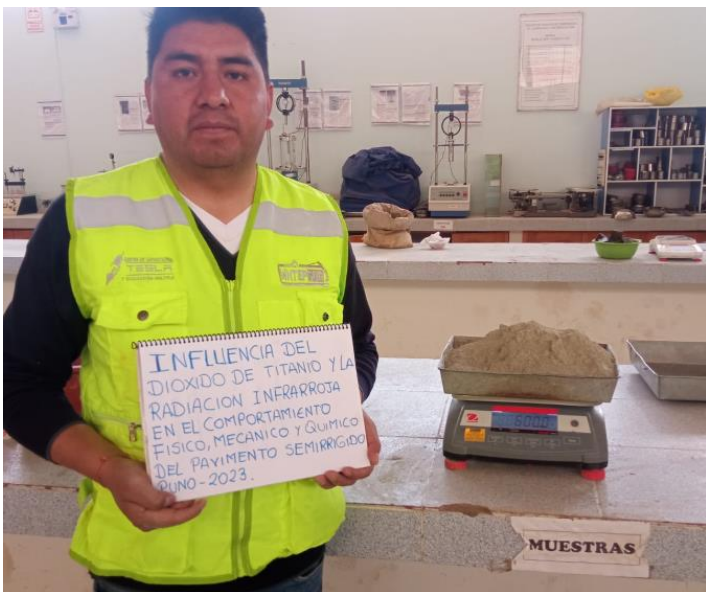
En la fotografía se aprecia el enrasado con la varilla para garantizar que el material este en todo el recipiente ocupando exactamente el volumen del recipiente.





En la fotografía se puede observar el pesado del agregado grueso para elaborar la mezcla de concreto según diseño.

En la fotografía se puede observar el pesado del agregado fino para elaborar la mezcla de concreto según diseño.



En la fotografía se puede observar el pesado del del cemento wari tipo I para elaborar la mezcla de concreto según diseño.



En la fotografía se puede la colocación de los agregados grueso y fino en el trompo mezclador, para obtener la mezcla según diseño para la elaboración de las muestras.

En la fotografía se puede observar el vertido de agua en el trompo mezclador en volumen según diseño de mezclas esto con la finalidad de obtener una mezcla de concreto para elaborar los adoquines.



En la fotografía se puede observar el mezclado de todos los materiales que componen una mezcla en dosificaciones según diseño de mezclas.



En la fotografía se puede ver apreciar el vertido de la mezcla en un recipiente para luego ser colocado en los moldes de adoquines.

En la fotografía se puede observar el molde que se empleara para la elaboración de adoquines de concreto para posteriormente ser sometidos a pruebas de control.



En la fotografía se puede ver el vaciado de la mezcla en el molde de adoquines cuya capacidad es de 6 adoquines.





En la fotografía se puede observar a los adoquines de concreto colocadas en el horno de rayo infrarrojo.

En la fotografía se observa a las muestras de adoquines de concreto sometidas a radiación infrarroja para su curado controlado y no padecer las altas heladas



En la fotografía se puede apreciar las muestras de adoquines las cuales serán sometidas a pruebas de resistencia a la compresión



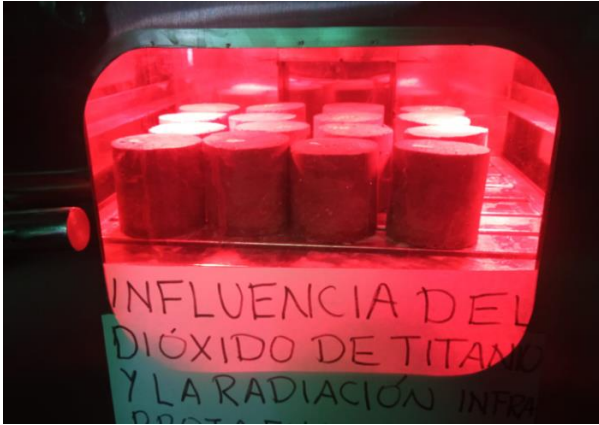
En la fotografía se puede observar al personal del laboratorio realizando las medidas de las dimensiones del adoquín para posteriormente ser sometidas a compresión sobre la superficie del adoquín.

En la fotografía se puede observar al personal del laboratorio colocando la muestra en la prensa para su compresión y así tener la resistencia del adoquín.



En la fotografía se puede observar al adoquín de concreto siendo sometida compresión para determinar su resistencia a la compresión.





En la fotografía se puede observar las muestras sometidas a radiación infrarroja, estas muestras serán para pruebas de resistencia a ataque a sulfato de magnesio.

En la fotografía se puede observar a los tesistas llevando las muestras al laboratorio para su posterior ensayo a la resistencia a ataque a sulfatos.



En la fotografía se puede observar a los tesistas llevando las muestras al laboratorio para su posterior ensayo a ensayo para determinar la densidad, porosidad y absorción de agua.

Anexo 3

Validez de la ficha de recolección de datos

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

1. Datos generales:	
Proyecto:	INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023
Nombre:	SERGIO ANTONIO ZALAS PAREDES
Experiencia profesional:	CONSULTOR DE OBRAS VIALES
2. criterios de validación	

ITEM	CRITERIOS	FICHA N° 01					FICHA N° 02					FICHA N° 03					FICHA N° 04					FICHA N° 05					FICHA N° 06					FICHA N° 07					FICHA N° 08					FICHA N° 09									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
1	¿Es claro y comprensible?			X						X					X			X						X						X					X					X					X					X	
2	¿Tiene campos relevantes?			X					X					X				X						X						X					X					X					X						
3	¿Los campos no son redundantes?			X					X					X					X					X						X					X					X					X						
4	¿Los campos son consistente?			X					X					X				X						X						X					X					X					X						
5	¿tiene campos claros y específicos?			X					X					X				X						X						X					X					X					X						
TOTAL		21					22					21					19					20					19					21					22					19									

Muy en desacuerdo	1	observaciones:.....
Algo en desacuerdo	2	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	
Algo de acuerdo	4	
Muy de acuerdo	5	


 Sergio Antonio Zalas Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86498
 firma del validador

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

1. Datos generales:

Proyecto: INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023

Nombre: Jhon Cesar Venegas Ramos

Experiencia profesional: Consultor de obras y Proyectar Vialen

2. criterios de validación

ITEM	CRITERIOS	FICHA N° 01					FICHA N° 02					FICHA N° 03					FICHA N° 04					FICHA N° 05					FICHA N° 06					FICHA N° 07					FICHA N° 08					FICHA N° 09									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
1	¿Es claro y comprensible?			X					X					X					X					X					X					X					X					X					X		
2	¿Tiene campos relevantes?		X						X					X					X					X					X					X					X					X							
3	¿Los campos no son redundantes?		X						X					X					X					X					X					X					X					X							
4	¿Los campos son consistente?	X							X					X					X					X					X					X					X					X							
5	¿tiene campos claros y específicos?		X						X					X					X					X					X					X					X					X							
TOTAL		15					17					17					15					16					16					17					17					16									

- Muy en desacuerdo 1
- Algo en desacuerdo 2
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo 3
- Algo de acuerdo 4
- Muy de acuerdo 5

observaciones:

.....

.....


 Jhon Cesar Venegas Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 15553
 firma del validador

FORMATO DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

1. Datos generales:	
Proyecto:	INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023
Nombre:	Richard Calderon Mamani
Experiencia profesional:	Gerente de Proyectos Viales e Infraestructura
2. criterios de validación	


ITEM	CRITERIOS	FICHA N° 01					FICHA N° 02					FICHA N° 03					FICHA N° 04					FICHA N° 05					FICHA N° 06					FICHA N° 07					FICHA N° 08					FICHA N° 09				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	¿Es claro y comprensible?			X					X					X					X					X					X					X					X					X		
2	¿Tiene campos relevantes?		X					X					X					X					X					X					X					X					X			
3	¿Los campos no son redundantes?			X					X					X					X					X					X					X					X					X		
4	¿Los campos son consistente?			X					X					X					X					X					X					X					X					X		
5	¿tiene campos claros y específicos?			X					X					X					X					X					X					X					X					X		
TOTAL		19					19					18					19					17					19					17					19					16				

Muy en desacuerdo	1	
Algo en desacuerdo	2	observaciones:.....
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
Algo de acuerdo	4
Muy de acuerdo	5



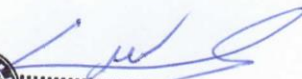
 Richard Calderon Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 196549
 firma del validador

Anexo 4
Ficha de recolección de datos

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
	FICHA: N° 06			
	ENSAYO DE RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS			
	PROYECTO:			
	INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023			
INVESTIGADORES:				
Apaza Quispe, Alber Milton				
Mamani Mamani, Rene Oswaldo				
UBICACIÓN: PUNO - PERÚ		FECHA:/...../.....		
ENSAYO DE RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS				
MUESTRA	RAYO INFRARROJO	ADITIVO DIÓXIDO DE TITANIO (%)	G.D. (%)	OBSERVACIONES
1	Ø	0	0.00%	7 Días en sulfato de Magnesio
2	Ø	0	0.00%	7 Días en sulfato de Magnesio
3	25	7	0.00%	7 Días en sulfato de Magnesio
4	25	7	0.00%	7 Días en sulfato de Magnesio
5	25	10	0.00%	7 Días en sulfato de Magnesio
6	25	10	0.00%	7 Días en sulfato de Magnesio
7	25	13	0.00%	7 Días en sulfato de Magnesio
8	25	13	0.00%	7 Días en sulfato de Magnesio
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				




 Sergio Antonio Salas Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86406



 Jhon César Venegas Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 186651



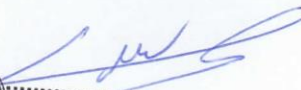
 Richard Calderón Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 196540

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA: N° 07			
	DETERMINACION DE PH			
	PROYECTO: INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023			
	INVESTIGADORES: Apaza Quispe, Alber Milton Mamani Mamani, Rene Oswaldo			
UBICACIÓN:	PUNO - PERÚ		FECHA:/...../.....	
DETERMINACION DE PH				
MUESTRA	RAYO INFRARROJO	ADITIVO DIÓXIDO DE TITANIO (%)	PH	OBSERVACIONES
1	0	0.	12.1	
2	25	7	12.2	
3	25	10	12.2	
4	25	13	12.2	
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				





 Jhon César Venegas Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 86406




 Richard Calderón Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 186651




 Jhon César Venegas Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 196540

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA: N° 04		
		ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETO		
		PROYECTO:		
		INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023		
		INVESTIGADORES:		
		Apaza Quispe, Alber Milton		
		Mamani Mamani, Rene Oswaldo		
UBICACIÓN: PUNO - PERÚ		FECHA:/...../.....		
ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETO				
MUESTRA	RAYO INFRARROJO	ADITIVO DIÓXIDO DE TITANIO (%)	ABSORCIÓN DE AGUA (%)	OBSERVACIONES
1	0	0	4.58	
2	0	0	4.45	
3	0	0	4.44	
4	25	7	3.99	
5	25	7	4.12	
6	25	7	4.00	
7	25	10	4.61	
8	25	10	4.37	
9	25	10	4.49	
10	25	13	5.40	
11	25	13	5.24	
12	25	13	5.31	
13				
14				
15				




Sergio Antonio Salas Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86406



Jhon César Venegas Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 186651



Richard Calderón Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 196540

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA: N° 03		
		ENSAYO DE POROSIDAD DEL CONCRETO (%)		
		PROYECTO:		
		INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023		
		INVESTIGADORES:		
		Apaza Quispe, Alber Milton		
		Mamani Mamani, Rene Oswaldo		
UBICACIÓN: PUNO - PERÚ		FECHA:/...../.....		
ENSAYO DE POROCIDAD DEL CONCRETO				
MUESTRA	RAYO INFRARROJO (°C)	ADITIVO DIÓXIDO DE TITANIO (%)	POROCIDAD (%)	OBSERVACIONES
1	0	0	5.24	
2	0	0	4.99	
3	0	0	4.99	
4	25	7	3.19	
5	25	7	2.95	
6	25	7	2.69	
7	25	10	5.24	
8	25	10	4.97	
9	25	10	5.10	
10	25	13	5.73	
11	25	13	5.81	
12	25	13	5.75	
13				
14				
15				




Sergio Antonio Salas Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP. 86406



Jhon César Venegas Ramos
INGENIERO CIVIL
CIP: 186651



Richard Calderón Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 196540

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA: N° 02		
		ENSAYO DE DENSIDAD DEL CONCRETO		
		PROYECTO:		
		INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023		
		INVESTIGADORES:		
		Apaza Quispe, Alber Milton		
		Mamani Mamani, Rene Oswaldo		
UBICACIÓN: PUNO - PERÚ		FECHA:/...../.....		
ENSAYO DE DENSIDAD DEL CONCRETO				
MUESTRA	RAYO INFRARROJO (°C)	ADITIVO DIÓXIDO DE TITANIO (%)	DENSIDAD (G/CM3)	OBSERVACIONES
1	0	0	2.12	Densidad seca
2	0	0	2.13	Densidad seca
3	0	0	2.13	Densidad seca
4	25	7	2.13	Densidad seca
5	25	7	2.14	Densidad seca
6	25	7	2.14	Densidad seca
7	25	10	2.10	Densidad seca
8	25	10	2.10	Densidad seca
9	25	10	2.10	Densidad seca
10	25	13	2.06	Densidad seca
11	25	13	2.09	Densidad seca
12	25	13	2.09	Densidad seca
13	?			
14				
15				




Sergio Antonio Salas Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86406



Jhon César Venegas Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 186651



Richard Calderón Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 196540

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
		FICHA: N° 08		
		ENSAYO MÓDULO DE ELASTICIDAD		
		PROYECTO:		
		INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023		
		INVESTIGADORES:		
		Apaza Quispe, Alber Milton		
		Mamani Mamani, Rene Oswaldo		
UBICACIÓN: PUNO - PERÚ		FECHA:/...../.....		
ENSAYO MÓDULO DE ELASTICIDAD				
MUESTRA	RAYO INFRARROJO (°C)	ADITIVO DIÓXIDO DE TITANIO (%)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (MP)	OBSERVACIONES
1	0	0	32912.81	Ecbd 28 días
2	25	7	38790.10	Ecbd 28 días
3	25	10	30802.66	Ecbd 28 días
4	25	13	29326.19	Ecbd 28 días
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				




 Sergio Antonio Salas Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 86406




 Jhon César Venegas Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 186651




 Richard Calderón Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 196540

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



FICHA: N° 01
 RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)
 PROYECTO:
 INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023
 INVESTIGADORES:
 Apaza Quispe, Alber Milton
 Mamani Mamani, Rene Oswaldo

UBICACIÓN PUNO - PERÚ FECHA:/...../.....

RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)

MUESTRA	RAYO INFRARROJO (°C)	ADITIVO DIÓXIDO DE TITANIO (%)	F _c (MPa)			OBSERVACIONES
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	
1	0	0	279.50	345.10	381.15	
2	0	0	282.27	340.06	379.48	
3	0	0	286.78	348.79	382.61	
4	25	7	366.21	379.75	396.59	
5	25	7	362.95	377.34	399.16	
6	25	7	370.71	381.48	407.35	
7	25	10	314.19	375.25	378.54	
8	25	10	307.64	373.12	382.04	
9	25	10	310.83	369.31	381.78	
10	25	13	268.32	312.16	358.45	
11	25	13	276.05	319.35	364.23	
12	25	13	273.17	315.42	368.70	
13						
14						
15						



Sergio Antonio Salas Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86406



Jhon César Venegas Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 186651



Richard Calderón Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 196540

Anexo 5
Resultados de laboratorio



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 380 \text{ Kg./cm.}^2$

TESIS : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023

SOLICITANTE : BACH. ALBER MILTON APAZA QUISPE
: BACH. RENE OSWALDO MAMANI MAMANI

CANTERA : ARENA - ISLA

UBICACIÓN : PUNO-SAN ROMAN-JULIACA

FECHA : 23-10-2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 380 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 478 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: $3/4"$ (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.53	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1627	1775
P.U. Suelto	1523	1651
% de Absorción	1.99	2.61
% de Humedad Natural	1.58	7.11
Modulo de Fineza	-	3.05

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: $3/4"$ (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m³**
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.38**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.380) = 539 \text{ Kg/m}^3$$

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE
 SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.05 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1627 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.595 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.5948) * (1627) = 968 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= (205) / (1000)		= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= (539) / (2.88 * 1000)		= 0.187
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (968) / (2.53 * 1000)		= 0.383
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)		= 0.020
Volúmen sub total	=		0.796

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.796) = 0.204 m³

$$(0.204) * (2.56) * 1000 = 522 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (968) * (1.015836) = 983 Kg.
 Agregado Fino húmedo (522) * (1.0711) = 560 Kg.

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 968 * \left(\frac{1.58 - 1.99}{100} \right) - 522 \left(\frac{7.11 - 2.61}{100} \right) = 185$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	539	1.00	539	1.00
Agua	205	0.38	185	0.34
Agreg. Grueso	968	1.79	983	1.82
Agreg. Fino	522	0.97	560	1.04
Aire	2.0 %		2.0 %	

12.69 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento : 42.50 Kg.
 Agregado fino húmedo : 44.08 Kg.
 Agregado grueso húmedo : 77.47 Kg.
 Agua efectiva : 14.61 Kg.

PERGOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP LABORATORIO MECÁNICA DE
 SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 0.94 p3 de Arena	0.9 p3 de Arena
- 1.80 p3 de Grava	1.8 p3 de Grava
- 15 Lt de Agua	15 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP LABORATORIO MECANICA DE
SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 380 Kg./cm.²

TESIS : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023

SOLICITANTE : BACH. ALBER MILTON APAZA QUISPE
: BACH. RENE OSWALDO MAMANI MAMANI

CANTERA : ARENA - ISLA

UBICACIÓN : PUNO-SAN ROMAN-JULIACA

FECHA : 23-10-2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **380 Kg./cm.²** a los 28 días
entonces la resistencia promedio F'cr = **478 Kg./cm.²** Aditivo : 7% (TIO2)

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4" (19.05mm)**

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.53	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1627	1775
P.U. Suelto	1523	1651
% de Absorción	1.99	2.61
% de Humedad Natural	1.58	7.11
Modulo de Fineza	-	3.05

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4" (19.05mm)**
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero si se usara aditivo, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m3**
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.38**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.38) = 539 \text{ Kg/m}^3$$

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Geotecnia

[Firma]
Ing. Percy Tupa Ruiz
ESPECIALISTA EN LABORATORIO MECÁNICA DE
SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = **3.05** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1627** Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de **3/4"** (19.05mm) se recomienda el uso de **0.595** m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.5948) * (1627) = 968 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\text{cantidad de agua de mezclado corregido para cemento + aditivo} = 219$$

Volúmen absoluto de agua	= (219) / (1000)	= 0.219
Volúmen absoluto de cemento	= (539) / (2.88 * 1000)	= 0.187
Aditivo (TiO ₂) 7 %	= (38) / (0.77 * 1000)	= 0.049
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (968) / (2.53 * 1000)	= 0.383
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.859

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de:} = (1.000 - 0.859) = 0.141 \text{ m}^3$$

$$(0.141) * (2.56) * 1000 = 361 \text{ Kg/m}^3$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} & (968) * (1.0158) = 983 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} & (361) * (1.0711) = 386 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$219 - 968 * \left(\frac{1.58 - 1.99}{100} \right) - 361 \left(\frac{7.11 - 2.61}{100} \right) = 207$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN	PROPORCIÓN EN	DOSIFICACIÓN EN	PROPORCIÓN EN
	PESO SECO	VOLUMEN	PESO HÚMEDO	VOLUMEN
	(Kg/m ³)	PESO SECO	(Kg/m ³)	PESO HÚMEDO
Cemento	539	1.00	539	1.00
Aditivo (TiO ₂)	38	0.07	38	0.07
Agua	219	0.41	207	0.38
Agreg. Grueso	968	1.79	983	1.82
Agreg. Fino	361	0.67	386	0.72
Aire	2.0 %		2.0 %	

12.69 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Aditivo (TiO ₂)	:	2.98 Kg.
Agregado fino húmedo	:	30.45 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	77.47 Kg.
Agua efectiva	:	16.32 Kg.

PERCEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia
Percy Tupa Ruiz
Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE
SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 0.14 p3 de Aditivo	0.1 p3 de Aditivo
- 0.65 p3 de Arena	0.7 p3 de Arena
- 1.80 p3 de Grava	1.8 p3 de Grava
- 16 Lt de Agua	16 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP LABORATORIO MECANICA DE
SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIF 218720



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 380 Kg./cm.²

TESIS : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023

SOLICITANTE : BACH. ALBER MILTON APAZA QUISPE
: BACH. RENE OSWALDO MAMANI MAMANI

CANtera : ARENA - ISLA

UBICACIÓN : PUNO-SAN ROMAN-JULIACA

FECHA : 23-10-2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **380 Kg./cm.²** a los 28 días
entonces la resistencia promedio F'cr = **478 Kg./cm.²** Aditivo : 10% (TiO2)

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4" (19.05mm)**

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.53	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1627	1775
P.U. Suelto	1523	1651
% de Absorción	1.99	2.61
% de Humedad Natural	1.58	7.11
Modulo de Fineza	-	3.05

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4" (19.05mm)**
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero si se usara aditivo, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m3**
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.38**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.38) = 539 \text{ Kg/m}^3$$

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentación y Geotecnia

[Firma]
Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE
SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = **3.05** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1627 Kg/m3** y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de **3/4"** (19.05mm) se recomienda el uso de **0.595 m3** de agregado grueso por m3 de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.59484) * (1627) = 968 \text{ Kg/m3}$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m3 de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

cantidad de agua de mezclado corregido para cemento + aditivo = **226**

Volúmen absoluto de agua	= (226) / (1000)	= 0.226
Volúmen absoluto de cemento	= (539) / (2.88 * 1000)	= 0.187
Aditivo (TiO2) 10 %	= (54) / (0.77 * 1000)	= 0.070
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (968) / (2.53 * 1000)	= 0.383
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	<u>0.886</u>

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.886) = 0.114 m3

(0.114) * (2.56) * 1000 = 291 Kg/m3

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (968) * (1.0158) = 983 Kg.

Agregado Fino húmedo (291) * (1.0711) = 312 Kg.

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$226 - 968 * \left(\frac{1.58 - 1.99}{100} \right) - 291 \left(\frac{7.11 - 2.61}{100} \right) = 216$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN	PROPORCIÓN EN	DOSIFICACIÓN EN	PROPORCIÓN EN
	PESO SECO	VOLUMEN	PESO HÚMEDO	VOLUMEN
	(Kg/m3)	PESO SECO	(Kg/m3)	PESO HÚMEDO
Cemento	539	1.00	539	1.00
Aditivo (TiO2)	54	0.10	54	0.10
Agua	226	0.42	216	0.40
Agreg. Grueso	968	1.79	983	1.82
Agreg. Fino	291	0.54	312	0.58
Aire	2.0 %		2.0 %	

12.69 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Aditivo (TiO2)	:	4.25 Kg.
Agregado fino húmedo	:	24.59 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	77.47 Kg.
Agua efectiva	:	17.05 Kg.

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Percy Ruis
Ing. Percy Tupa Ruis
ESP. LABORATORIO MECANICA DE
SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 0.20 p3 de Aditivo	0.2 p3 de Aditivo
- 0.53 p3 de Arena	0.5 p3 de Arena
- 1.80 p3 de Grava	1.8 p3 de Grava
- 17 Lt de Agua	17 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

PERGEOPEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentación y Geotecnia



Ing. Percy Tupa Ruiz
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 380 Kg./cm.²

TESIS : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023

SOLICITANTE : BACH. ALBER MILTON APAZA QUISPE
: BACH. RENE OSWALDO MAMANI MAMANI

CANTERA : ARENA - ISLA

UBICACIÓN : PUNO-SAN ROMAN-JULIACA

FECHA : 23-10-2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **380 Kg./cm.²** a los 28 días
entonces la resistencia promedio F'cr = **478 Kg./cm.²** Aditivo : 13% (TiO₂)

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4" (19.05mm)**

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.53	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1627	1775
P.U. Suelto	1523	1651
% de Absorción	1.99	2.61
% de Humedad Natural	1.58	7.11
Modulo de Fineza	-	3.05

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4" (19.05mm)**
- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero si se usara aditivo, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m³**
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.38**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.38) = 539 \text{ Kg/m}^3$$

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

[Firma]

Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = **3.05** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1627** Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de **3/4"** (19.05mm) se recomienda el uso de **0.595** m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.59484) * (1627) = 968 \text{ Kg/m}^3$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

cantidad de agua de mezclado corregido para cemento + aditivo = **232**

Volúmen absoluto de agua	= (232) / (1000)	= 0.232
Volúmen absoluto de cemento	= (539) / (2.88 * 1000)	= 0.187
Aditivo (TiO ₂) 13 %	= (70) / (0.77 * 1000)	= 0.091
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (968) / (2.53 * 1000)	= 0.383
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	<u>0.913</u>

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.913) = 0.087 m³

(0.087) * (2.56) * 1000 = 222 Kg/m³

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (968) * (1.0158) = 983 Kg.
 Agregado Fino húmedo (222) * (1.0711) = 238 Kg.

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$232 - 968 * \left(\frac{1.58 - 1.99}{100} \right) - 222 \left(\frac{7.11 - 2.61}{100} \right) = 226$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN	PROPORCIÓN EN	DOSIFICACIÓN EN	PROPORCIÓN EN
	PESO SECO	VOLUMEN	PESO HÚMEDO	VOLUMEN
	(Kg/m ³)	PESO SECO	(Kg/m ³)	PESO HÚMEDO
Cemento	539	1.00	539	1.00
Aditivo (TiO ₂)	70	0.13	70	0.13
Agua	232	0.43	226	0.42
Agreg. Grueso	968	1.79	983	1.82
Agreg. Fino	222	0.41	238	0.44
Aire	2.0 %		2.0 %	

12.69 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Aditivo (TiO ₂)	:	5.53 Kg.
Agregado fino húmedo	:	18.72 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	77.47 Kg.
Agua efectiva	:	17.78 Kg.

PERGETEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánico de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Rúa
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE
 SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 0.25 p3 de Aditivo	0.3 p3 de Aditivo
- 0.40 p3 de Arena	0.4 p3 de Arena
- 1.80 p3 de Grava	1.8 p3 de Grava
- 18 Lt de Agua	18 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

PERGEOTEC/E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos y Geotecnia y Geotecnia

[Firma]

Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720



INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y POROSIDAD
 ASTM C-642

TESIS	INFLUENCIA DEL DÍOXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023		
UBICACIÓN	PUNO-SAN ROMAN - JULIACA		
SOLICITA	BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON	F. INGRESO	: 2023-12-26
	BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO	F. EMISIÓN	: 2024-01-03

1. DATOS DE MUESTRA	
PRESENTACIÓN	: ADOQUIN DE CONCRETO 10x20x8 cm
IDENTIFICACION DE MUESTRA	: MP
EDAD EN DIAS	: 28
f'c (kg/cm ²)	: 300

2. DATOS DE LABORATORIO								
MUESTRA N°	MASA DE PROBETA SECA AL HOORNO (g)							MASA SECA FINAL (g)
	24h	48h	Δ%	OBSERVACION	72h	Δ%	OBSERVACION	
1	811.12	808.13	0.37	OK	808.13	0.00	OK	808.13
2	813.01	810.00	0.37	OK	810.00	0.00	OK	810.00
3	814.03	811.01	0.37	OK	811.01	0.00	OK	811.01
MUESTRA N°	MASA DE PROBETA DESPUES DE INMERSION EN AGUA (g)							MASA DESPUES DE INMERSION FINAL (g)
	48h.	72h.	Δ%	OBSERVACION	96h.	Δ%	OBSERVACION	
1	844.11	845.13	0.12	OK	845.13	0.00	OK	845.13
2	845.02	846.01	0.12	OK	846.01	0.00	OK	846.01
3	846.03	847.02	0.12	OK	847.02	0.00	OK	847.02
MUESTRA N°	MASA DESPUES DE INMERSION (g)		SUMERGIDO APARENTE					
	EBULLICION 5h + 14h							
1	828.10	447.12						
2	829.01	448.02						
3	830.01	448.95						

3. RESULTADOS DE ENSAYO			
PROPIEDAD	PROBETA N°	VALOR	PROMEDIO
ABSORCION DESPUES DE INMERSION (%)	1	4.58	4.49
	2	4.45	
	3	4.44	
ABSORCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)	1	2.47	2.39
	2	2.35	
	3	2.34	
DENSIDAD GLOBAL SECA (g/cm ³)	1	2.12	2.13
	2	2.13	
	3	2.13	
DENSIDAD DESPUES DE INMERSION (g/cm ³)	1	2.22	2.22
	2	2.22	
	3	2.22	
DENSIDAD DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (g/cm ³)	1	2.17	2.18
	2	2.18	
	3	2.18	
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	1	2.24	2.24
	2	2.24	
	3	2.24	
VOLUMEN DE VACIOS (%)	1	5.24	5.07
	2	4.99	
	3	4.99	

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
 Cel. 944167574 - 973214143



INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y POROSIDAD

ASTM C-642

TESIS :	INFLUENCIA DEL DÍOXIDO DE TITANIO Y LA RADIAÇÃO INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023		
UBICACIÓN :	PUNO-SAN ROMAN - JULIACA		
SOLICITA :	BACH. APAZA QUIISPE, ALBER MILTON	F. INGRESO	: 2023-12-26
	BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO	F. EMISIÓN	: 2024-01-03

1. DATOS DE MUESTRA	
PRESENTACIÓN	: ADOQUIN DE CONCRETO 10x20x8 cm
IDENTIFICACION DE MUESTRA	: 7% (TIO2)
EDAD EN DIAS	: 28
Fc (kg/cm2)	: 380

2. DATOS DE LABORATORIO								
MUESTRA N°	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)							MASA SECA FINAL (g)
	24h.	48h.	Δ%	OBSERVACION	72h.	Δ%	OBSERVACION	
1	803.10	800.09	0.37	OK	800.09	0.00	OK	800.09
2	804.25	802.23	0.25	OK	802.23	0.00	OK	802.23
3	804.56	801.58	0.37	OK	801.58	0.00	OK	801.58
MUESTRA N°	MASA DE PROBETA DESPUES DE INMERSION EN AGUA (g)							MASA DESPUES DE INMERSION FINAL (g)
	48h.	72h.	Δ%	OBSERVACION	96h.	Δ%	OBSERVACION	
1	832.04	832.05	0.00	OK	832.05	0.00	OK	832.05
2	834.25	835.28	0.12	OK	835.28	0.00	OK	835.28
3	833.65	833.67	0.00	OK	833.67	0.00	OK	833.67
MUESTRA N°	MASA DESPUES DE INMERSION (g)		PROMEDIO					
	EBULLICION 5h + 14h	SUMERGIDO APARENTE						
1	812.08	436.04						
2	813.27	439.21						
3	811.65	437.54						

3. RESULTADOS DE ENSAYO			
PROPIEDAD	PROBETA N°	VALOR	PROMEDIO
ABSORCIÓN DESPUES DE INMERSION (%)	1	3.99	4.04
	2	4.12	
	3	4.00	
ABSORCIÓN DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)	1	1.50	1.38
	2	1.38	
	3	1.26	
DENSIDAD GLOBAL SECA (g/cm3)	1	2.13	2.14
	2	2.14	
	3	2.14	
DENSIDAD DESPUES DE INMERSION (g/cm3)	1	2.21	2.22
	2	2.23	
	3	2.23	
DENSIDAD DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (g/cm3)	1	2.16	2.17
	2	2.17	
	3	2.17	
DENSIDAD APARENTE (g/cm3)	1	2.20	2.20
	2	2.21	
	3	2.20	
VOLUMEN DE VACIOS (%)	1	3.19	2.94
	2	2.96	
	3	2.69	

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia
 Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
 Cel. 944427574 978044440



INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y POROSIDAD
 ASTM C-642

TESIS : INFLUENCIA DEL DIOXIDO DE TITANIO Y LA RADIACION INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FISICO, MECANICO, Y QUIMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRIGIDO,
 PUNO - 2023
 UBICACION : PUNO-SAN ROMAN - JULIACA
 SOLICITA : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON
 BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO
 F. INGRESO : 2023-12-26
 F. EMISION : 2024-01-03

1. DATOS DE MUESTRA
 PRESENTACION : ADOQUIN DE CONCRETO 10x20x6 cm
 IDENTIFICACION DE MUESTRA : 10% (TIC2)
 EDAD EN DIAS : 28
 P_c (g/cm²) : 380

2. DATOS DE LABORATORIO

MUESTRA N°	MASA DE PROBETA SECA AL HOORNO (g)							MASA SECA FINAL (g)
	24h.	48h.	Δ%	OBSERVACION	72h.	Δ%	OBSERVACION	
1	804.11	802.09	0.25	OK	802.09	0.00	OK	802.09
2	805.13	801.12	0.50	OK	801.12	0.00	OK	801.12
3	804.58	801.61	0.37	OK	801.61	0.00	OK	801.61

MUESTRA N°	MASA DE PROBETA DESPUES DE INMERSION EN AGUA (g)							MASA DESPUES DE INMERSION FINAL (g)
	48h.	72h.	Δ%	OBSERVACION	96h.	Δ%	OBSERVACION	
1	838.12	839.10	0.12	OK	839.10	0.00	OK	839.10
2	835.10	836.13	0.12	OK	836.13	0.00	OK	836.13
3	836.63	837.62	0.12	OK	837.62	0.00	OK	837.62

MUESTRA N°	MASA DESPUES DE INMERSION (g)	
	EBULLICION 5h + 14h	SUMERGIDO APARENTE
1	822.11	440.09
2	820.04	439.03
3	821.07	439.56

3. RESULTADOS DE ENSAYO

PROPIEDAD	PROBETA N°	VALOR	PROMEDIO
ABSORCION DESPUES DE INMERSION (%)	1	4.61	4.49
	2	4.37	
	3	4.49	
ABSORCION DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)	1	2.50	2.43
	2	2.36	
	3	2.43	
DENSIDAD GLOBAL SECA (g/cm ³)	1	2.10	2.10
	2	2.10	
	3	2.10	
DENSIDAD DESPUES DE INMERSION (g/cm ³)	1	2.20	2.20
	2	2.19	
	3	2.20	
DENSIDAD DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (g/cm ³)	1	2.15	2.15
	2	2.15	
	3	2.15	
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	1	2.22	2.21
	2	2.21	
	3	2.21	
VOLUMEN DE VACIOS (%)	1	5.24	5.10
	2	4.97	
	3	5.10	

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
 Cel. 94467574 97044442



INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y POROSIDAD
 ASTM C-642

TESIS : INFLUENCIA DEL DÍOXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023
 UBICACIÓN : PUNO-SAN ROMAN - JULIACA
 SOLICITA : BACH APAZA QUISPE, ALBER MILTON
 BACH MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO
 F. INGRESO : 2023-12-26
 F. EMISIÓN : 2024-01-03

1. DATOS DE MUESTRA.
 PRESENTACIÓN : ADOQUIN DE CONCRETO 10x20x8 cm
 IDENTIFICACION DE MUESTRA : 13% (T102)
 EDAD EN DIAS : 28
 f_c (kg/cm²) : 380

2. DATOS DE LABORATORIO

MUESTRA N°	MASA DE PROBETA SECA AL HORNIO (g)							MASA SECA FINAL (g)
	24h	48h	$\Delta\%$	OBSERVACION	72h	$\Delta\%$	OBSERVACION	
1	802.02	799.01	0.38	OK	799.01	0.00	OK	799.01
2	805.00	803.03	0.24	OK	803.03	0.00	OK	803.03
3	803.12	801.09	0.25	OK	801.09	0.00	OK	801.09

MUESTRA N°	MASA DE PROBETA DESPUES DE INMERSION EN AGUA (g)							MASA DESPUES DE INMERSION FINAL (g)
	48h	72h	$\Delta\%$	OBSERVACION	96h	$\Delta\%$	OBSERVACION	
1	841.21	842.19	0.12	OK	842.19	0.00	OK	842.19
2	845.13	845.14	0.00	OK	845.14	0.00	OK	845.14
3	843.17	843.65	0.06	OK	843.65	0.00	OK	843.65

MUESTRA N°	MASA DESPUES DE INMERSION (g)	
	EBULLICION 5h + 14h	SUMERGIDO APARENTE
1	821.23	433.21
2	825.52	438.49
3	823.38	435.85

3. RESULTADOS DE ENSAYO

PROPIEDAD	PROBETA N°	VALOR	PROMEDIO
ABSORCIÓN DESPUES DE INMERSION (%)	1	5.40	5.32
	2	5.24	
	3	5.31	
ABSORCIÓN DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (%)	1	2.78	2.79
	2	2.80	
	3	2.78	
DENSIDAD GLOBAL SECA (g/cm ³)	1	2.06	2.07
	2	2.07	
	3	2.07	
DENSIDAD DESPUES DE INMERSION (g/cm ³)	1	2.17	2.18
	2	2.18	
	3	2.18	
DENSIDAD DESPUES DE INMERSION Y EBULLICION (g/cm ³)	1	2.12	2.12
	2	2.13	
	3	2.12	
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	1	2.18	2.19
	2	2.20	
	3	2.19	
VOLUMEN DE VACIOS (%)	1	5.73	5.76
	2	5.81	
	3	5.75	

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP: 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ, E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
 C.I. 011425734 020041110



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

ASTM C-88

TESIS : INFLUENCIA DEL DÍOXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PLANO - 2023 UBICACIÓN : PUNO-SAN ROMAN - JULIACA SOLICITA : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON : BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO	F. INGRESO : 2023-12-26 F. EMISIÓN : 2024-01-05
---	--

1 DATOS DE MUESTRA	
PRESENTACIÓN	: PROBETA DE 3" DE DIAMETRO
IDENTIFICACION DE MUESTRA	: MP
EDAD EN DIAS	: 28
f _c (kg/cm ²)	: 380
MUMERO DE MUESTRAS	: 02

2 DATOS DE LABORATORIO	
COMPUUESTO QUÍMICO	: SULFATO DE MAGNESIO
TEMPERATURA DE SOLUCION	: 26°C
DENSIDAD RELATIVA	: 1.160
TIEMPO DE SUMERSION	: 7 DIAS

MUESTRA N°	PESO ORIGINAL (g)	PESO FRACCIÓN ORIGINAL (%)	PESO DESPUES DE ENSAYO (g)	PESO DE FRACCIÓN DESPUES DE ENSAYO (%)	PERDIDA DE PESO DESPUES DE ENSAYO	GRADO DE DESINTEGRACION (%)
1	791.72	100.00	791.71	100.00	0.01	0.00
2	793.24	100.00	793.24	100.00	0.00	0.00
3						
4						
5						
6						

3 RESULTADOS DE ENSAYO			
PROPIEDAD	PROBETA N°	VALOR	PROMEDIO
DURABILIDAD AL ATAQUE DE SULFATOS (%)	1	0.00	0.00
	2	0.00	
	3	0.00	


PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Geotecnia
 Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
 Cel. 944187574 - 970244440



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

ASTM C-88

TESIS	: INFLUENCIA DEL DIOXIDO DE TITANIO Y LA RADIACION INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FISICO, MECANICO, Y QUIMICO DEL PAVIMENTO SEMRRIGIDO, PUNO - 2023		
UBICACION	: PUNO-SAN ROMAN - JULIACA		
SOLICITA	: BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON	F. INGRESO	: 2023-12-26
	: BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO	F. EMISION	: 2024-01-05

1. DATOS DE MUESTRA	
PRESENTACION	: PROBETA DE 3" DE DIAMETRO
IDENTIFICACION DE MUESTRA	: 7%
EDAD EN DIAS	: 28
f _c (kg/cm ²)	: 380
MUMERO DE MUESTRAS	: U2

2. DATOS DE LABORATORIO	
COMPUESTO QUIMICO	: SULFATO DE MAGNESIO
TEMPERATURA DE SOLUCION	: 25°C
DENSIDAD RELATIVA	: 1.160
TIEMPO DE SUMERSION	: 7 DIAS

MUESTRA N°	PESO ORIGINAL (g)	PESO FRACCION ORIGINAL (%)	PESO DESPUES DE ENSAYO (g)	PESO DE FRACCION DESPUES DE ENSAYO (%)	PERDIDA DE PESO DESPUES DE ENSAYO	GRADO DE DESINTEGRACION (%)
1	767.81	100.00	767.81	100.00	0.00	0.00
2	767.12	100.00	767.11	100.00	0.01	0.00
3						
4						
5						
6						

3. RESULTADOS DE ENSAYO			
PROPIEDAD	PROBETA N°	VALOR	PROMEDIO
DURABILIDAD AL ATAQUE DE SULFATOS (%)	1	0.00	0.00
	2	0.00	
	3		

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Geotecnia
 Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP LABORATORIO MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
 Cel. 944167574 97324442



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
ASTM C-88

TESIS : INFLUENCIA DEL DIOXIDO DE TITANIO Y LA RADIACION INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FISICO, MECANICO, Y QUIMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRIGIDO, PUNO - 2023
UBICACION : PUNO-SAN ROMAN - JULIACA
SOLICITA : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON
F. INGRESO : 2023-12-26
F. EMISION : 2024-01-05

1. DATOS DE MUESTRA

PRESENTACION	: PROBETA DE 3" DE DIAMETRO
IDENTIFICACION DE MUESTRA	: 10%
EDAD EN DIAS	: 28
f_c (kg/cm²)	: 380
NUMERO DE MUESTRAS	: 02

2. DATOS DE LABORATORIO

COMPUESTO QUIMICO	: SULFATO DE MAGNESIO
TEMPERATURA DE SOLUCION	: 28°C
DENSIDAD RELATIVA	: 1.160
TIEMPO DE SUMERSION	: 7 DIAS

MUESTRA N°	PESO ORIGINAL (g)	PESO FRACCIÓN ORIGINAL (%)	PESO DESPUES DE ENSAYO (g)	PESO DE FRACCIÓN DESPUES DE ENSAYO (%)	PERDIDA DE PESO DESPUES DE ENSAYO	GRADO DE DESINTEGRACION (%)
1	762.55	100.00	762.55	100.00	0.00	0.00
2	763.23	100.00	763.23	100.00	0.00	0.00
3						
4						
5						
6						

3. RESULTADOS DE ENSAYO

PROPIEDAD	PROBETA N°	VALOR	PROMEDIO
DURABILIDAD AL ATAQUE DE SULFATOS (%)	1	0.00	0.00
	2	0.00	
	3	0.00	

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Concreto

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 216720



DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO
ASTM C-88

TESIS : INFLUENCIA DEL DIOXIDO DE TITANIO Y LA RADIACION INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FISICO, MECANICO, Y QUIMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRIGIDO, PLUNO - 2023
 UBICACION : PLUNO-SAN ROMAN - JULIACA
 SOLICITA : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON
 F. INGRESO : 2023-12-26
 F. EMISION : 2024-01-05

1. DATOS DE MUESTRA

PRESENTACION	: PROBETA DE 3" DE DIAMETRO
IDENTIFICACION DE MUESTRA	: 13%
EDAD EN DIAS	: 28
f _c (kg/cm ²)	: 380
NUMERO DE MUESTRAS	: 02

2. DATOS DE LABORATORIO

COMPUESTO QUIMICO	: SULFATO DE MAGNESIO
TEMPERATURA DE SOLUCION	: 26°C
DENSIDAD RELATIVA	: 1.160
TIEMPO DE SUMERSION	: 7 DIAS

MUESTRA N°	PESO ORIGINAL (g)	PESO FRACCION ORIGINAL (%)	PESO DESPUES DE ENSAYO (g)	PESO DE FRACCION DESPUES DE ENSAYO (%)	PERDIDA DE PESO DESPUES DE ENSAYO	GRADO DE DESINTEGRACION (%)
1	747.47	100.00	747.47	100.00	0.00	0.00
2	746.08	100.00	746.08	100.00	0.00	0.00
3						
4						
5						
6						

3. RESULTADOS DE ENSAYO

PROPIEDAD	PROBETA N°	VALOR	PROMEDIO
DURABILIDAD AL ATAQUE DE SULFATOS (%)	1	0.00	0.00
	2	0.00	
	3		

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. DURABILIDAD MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
 Cel. 944167574 - 973244442



INFORME DE ENSAYO
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO - ESTÁTICO
 NTP 339.034:2015

TESIS : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

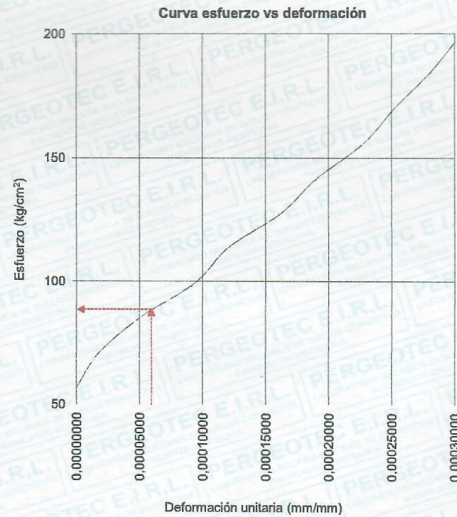
SOLICITA : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON
 BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO

F. INGRESO : 2023-12-18

F. EMISIÓN : 2023-12-20

Datos de la muestra		Datos del diseño		Datos del ensayo	
Longitud inicial (cm)	10,00	Fc (kg/cm ²)	360	Fc último (kg/cm ²)	379,32
Longitud promedio del espécimen (cm)	---	Tipo	Compresión	Fc A d=0.000050	S ₁ 85,85
Diámetro promedio (cm)	13,15	Identificación de muestra	MP	40% Fc último (kg/cm ²)	S ₂ 140,9
Masa inicial (kg)	---	Edad en días	28	d=0.000050	e ₁ 0,00005
Área del espécimen (cm ²)	180,27	Carga Última (kg)	68321,022	d A 40% de Fc último	e ₂ 0,00019

Deformaciones					
Lect. No.	Carga kN	Carga kg	Deformación mm	Deformación Unitaria	Esfuerzo kg/cm ²
1	10,28	1048,252	0,000	0,00000000	6
2	19,98	2037,361	0,000	0,00000000	11
3	30,09	3058,277	0,000	0,00000000	17
4	40,36	4115,509	0,000	0,00000000	23
5	50,07	5105,638	0,000	0,00000000	28
6	75,21	7669,164	0,000	0,00000000	43
7	100,58	10256,143	0,000	0,00000000	57
8	125,85	12832,925	0,002	0,00001800	71
9	151,32	15430,100	0,005	0,00005100	86
10	175,85	17931,425	0,009	0,00009400	99
11	201,37	20533,699	0,012	0,00012100	114
12	225,38	22981,999	0,016	0,00016200	127
13	250,05	25497,599	0,019	0,00019000	141
14	275,69	28112,109	0,023	0,00022800	156
15	300,07	30598,138	0,025	0,00025200	170
16	325,16	33156,565	0,028	0,00028000	184
17	351,17	35808,805	0,030	0,00030400	199
18	375,55	38294,834	0,033	0,00033000	212
19	399,88	40775,764	0,036	0,00035500	226
20	450,44	45931,367	0,039	0,00039100	255
21	499,18	50901,385	0,040	0,00040200	282
22	552,89	56378,193	0,041	0,00041300	313
23	600,09	61191,177	0,041	0,00041100	339
24	622,84	63510,995	0,040	0,00040200	352
25	657,63	67780,223	0,039	0,00039100	372
26	670,00	68321,022	0,038	0,00038200	379
27					
35					
36					
37					



Resultados de Módulo elasticidad	
Cte. Elás. Fc Utl.	18192,63
Módulo Eo kg/cm ²	335617,24
Cte. Elás. Fc Nomin.	17216,80

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
 PUNO - PERU



INFORME DE ENSAYO
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO - ESTÁTICO
NTP 339.004 : 2015

TESIS : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON

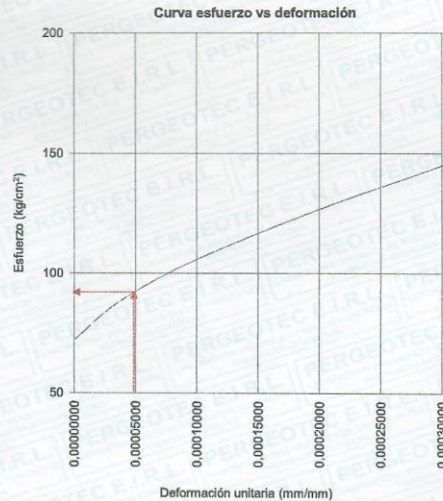
F. INGRESO : 2023-12-18

F. EMISIÓN : 2023-12-20

BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO

Datos de la muestra		Datos del diseño		Datos del ensayo	
Longitud inicial (cm)	10,00	f_c (kg/cm ²)	380	f_c (último) (kg/cm ²)	391,33
Longitud promedio del espécimen (cm)	---	Tipo	Compresión	f_c A $d=0,000050$	S ₁ 68,72
Diámetro promedio (cm)	15,00	Identificación de muestra	7%	40% f_c último (kg/cm ²)	S ₂ 136,1
Masa inicial (kg)	---	Edad en días	28	$d=0,000050$	s ₁ 0,00005
Área del espécimen (cm ²)	176,71	Carga Última (kg)	69095,403	d A 40% de f_c último	s ₂ 0,00025

Deformaciones					
Lect. No.	Carga kN	Carga kg	Deformación mm	Deformación Unitaria	Esfuerzo kg/cm ²
1	10,00	1019,700	0,000	0,00000000	6
2	20,00	2039,400	0,000	0,00000000	12
3	30,00	3059,100	0,000	0,00000000	17
4	40,00	4078,800	0,000	0,00000000	23
5	50,00	5098,500	0,000	0,00000000	29
6	75,00	7647,750	0,000	0,00000000	43
7	100,00	10197,000	0,000	0,00000000	58
8	125,00	12746,250	0,000	0,00000000	72
9	150,00	15295,500	0,003	0,00003200	87
10	175,00	17844,750	0,008	0,00008000	101
11	200,00	20394,000	0,014	0,00014400	115
12	225,00	22943,250	0,022	0,00022000	130
13	250,00	25492,500	0,030	0,00029600	144
14	275,00	28041,750	0,037	0,00036800	159
15	300,00	30591,000	0,043	0,00043200	173
16	325,00	33140,250	0,047	0,00047200	188
17	350,00	35689,500	0,048	0,00048000	202
18	375,00	38238,750	0,047	0,00047200	216
19	400,00	40788,000	0,044	0,00044000	231
20	450,00	45886,500	0,041	0,00041000	260
21	499,15	50896,326	0,038	0,00038000	288
22	550,48	56132,446	0,036	0,00036000	318
23	589,79	60140,886	0,028	0,00028000	340
24	625,61	63793,966	0,022	0,00022000	361
25	665,46	67858,401	0,016	0,00016000	384
26	677,59	69095,403	0,008	0,00008000	391
27					
35					
36					
37					



Resultados de Módulo elasticidad	
Cto. Elás. f_c Ult.	21673,34
Módulo E_c kg/cm ²	395648,24
Cto. Elás. f_c Nomin.	20291,23

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentación y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Nunez

ESP. ABG. ING. DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y GEOTECNIA
 CIP 218720



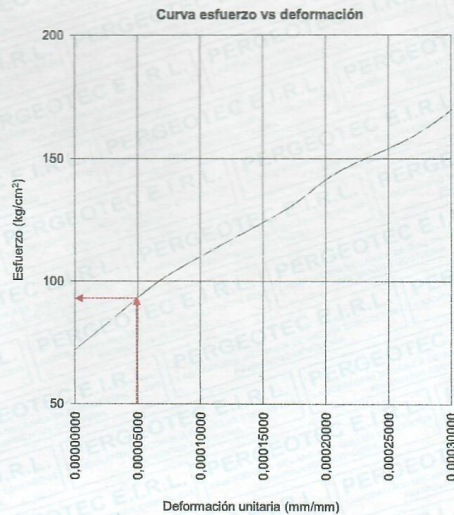
INFORME DE ENSAYO
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO - ESTÁTICO
 NTP 339.034 - 2015

TESIS : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
SOLICITA : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON
 BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO

F. INGRESO : 2023-12-18
F. EMISIÓN : 2023-12-20

Datos de la muestra		Datos del diseño		Datos del ensayo	
Longitud inicial (cm)	10	Fc (kg/cm ²)	380	Fc último (kg/cm ²)	332,59
Longitud promedio del espécimen (cm)	---	Tipo	Compresión	Fc a d=0.000050	S ₁ 93,09
Diametro promedio (cm)	15,00	Identificación de muestra	10%	40% Fc último (kg/cm ²)	S ₂ 124,6
Masa inicial (kg)	---	Edad en días	28	d=0.000050	e ₁ 0,00005
Area del espécimen (cm ²)	176,71	Carga Ultima (kg)	58669,243	d a 40% de Fc último	e ₂ 0,00015

Deformaciones					
Lect. No.	Carga kN	Carga Kg	Deformación mm	Deformación Unitaria	Esfuerzo kg/cm ²
1	10,00	1019,700	0,000	0,00000000	6
2	20,00	2039,400	0,000	0,00000000	12
3	30,00	3059,100	0,000	0,00000000	17
4	40,00	4078,800	0,000	0,00000000	23
5	50,00	5098,500	0,000	0,00000000	29
6	75,00	7647,750	0,000	0,00000000	43
7	100,00	10197,000	0,000	0,00000000	58
8	125,03	12749,309	0,000	0,00000000	72
9	150,65	15361,781	0,004	0,00003500	87
10	175,25	17870,243	0,007	0,00007000	101
11	200,51	20446,005	0,012	0,00012000	116
12	225,00	22943,250	0,017	0,00017000	130
13	250,65	25558,781	0,021	0,00021000	145
14	275,80	28123,326	0,027	0,00027000	159
15	301,58	30752,113	0,031	0,00031000	174
16	325,80	33221,826	0,033	0,00033000	188
17	350,16	35705,815	0,035	0,00035000	202
18	375,45	38284,637	0,035	0,00035000	217
19	400,31	40819,811	0,035	0,00035000	231
20	451,10	45998,667	0,033	0,00032500	260
21	500,07	50992,138	0,023	0,00023000	289
22	539,98	55061,761	0,017	0,00017000	312
23	575,35	58669,243	0,011	0,00011000	333
24					
32					
33					
34					
35					
36					
37					



Resultados de Módulo elasticidad	
Cte. Elás. Fc UIL	17794,21
Módulo Eo kg/cm ²	314899,74
Cte. Elás. Fc Nomin.	16112,98

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentación y Geotecnia
 Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720



INFORME DE ENSAYO
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO - ESTÁTICO
NTP 339.034 - 201

TESIS : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON

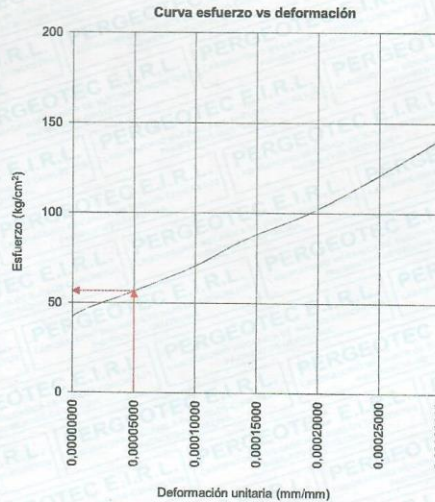
F. INGRESO : 2023-12-18

F. EMISIÓN : 2023-12-20

BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO

Datos de la muestra		Datos del diseño		Datos del ensayo	
Longitud inicial (cm)	10	Fc (kg/cm ²)	380	Fc último (kg/cm ²)	289,50
Longitud promedio del espécimen (cm)	---	Tipo	Compresión	Fc A d=0.000050	S ₁ 57,09
Diametro promedio (cm)	15,15	Identificación de muestra	13%	40% Fc último (kg/cm ²)	S ₂ 111,0
Masa inicial (kg)	---	Edad en días	28	d=0.000050	E ₁ 0,00005
Área del espécimen (cm ²)	180,27	Carga última (kg)	56513,227	d A 40% de Fc último	E ₂ 0,00923

Deformaciones					
Lect. No.	Carga kN	Carga kg	Deformación mm	Deformación Unitaria	Esfuerzo kg/cm ²
1	10,00	1019,700	0,000	0,00000000	6
2	20,00	2039,400	0,000	0,00000000	11
3	30,00	3059,100	0,000	0,00000000	17
4	40,00	4078,800	0,000	0,00000000	23
5	50,00	5098,500	0,000	0,00000000	28
6	75,00	7647,750	0,000	0,00000000	42
7	100,00	10197,000	0,005	0,00005000	57
8	125,03	12749,309	0,010	0,00100000	71
9	150,65	15361,781	0,014	0,00140000	85
10	175,25	17870,243	0,019	0,00190000	99
11	200,51	20446,005	0,023	0,00230000	113
12	225,00	22943,250	0,027	0,00285000	127
13	250,65	25558,781	0,030	0,00300000	142
14	275,60	28123,326	0,033	0,00325000	156
15	301,58	30752,113	0,037	0,00370000	171
16	326,80	33221,826	0,040	0,00395000	184
17	350,16	35705,815	0,042	0,00415000	198
18	375,45	38284,637	0,042	0,00420000	212
19	400,31	40819,611	0,043	0,00425000	226
20	451,10	45998,667	0,035	0,00345000	255
21	490,57	50023,423	0,010	0,00100000	277
22	554,21	56513,227	0,006	0,00061000	300
23					
24					
32					
33					
34					
35					
36					
37					



Resultados de Módulo elasticidad	
Cte. Elás. Fc Ult.	17851,71
Módulo Ec kg/cm ²	298943,94
Cte. Elás. Fc Nomln.	16340,63

PERGEOTEC E.I.R.L.
 Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Cimentación

Ing. Percy Tupa Ruiz
 ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
 CIP 218720



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS	: INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023			
SOLICITANTE	: BACH. ALBER MILTON APAZA QUISPE		F. INGRESO	: 2023-11-03
	: BACH. RENE OSWALDO MAMANI MAMANI		F. EMISIÓN	: 2023-11-07
LUGAR	: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO			

ROTURA A LOS 7 DÍAS												
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ADITIVO (%)	CARGA Kg	ANCHO cm	LARGO cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	0	55844	9.99	20	199.8	279.50	380	27/10/2023	03/11/2023	7	73.55%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
2	ADOQUIN DE PRUEBA F'10x20x8cm	0	56426	10	19.99	199.9	282.27	380	27/10/2023	03/11/2023	7	74.28%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
3	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	0	57356	10	20	200	286.78	380	27/10/2023	03/11/2023	7	75.47%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
4	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	73315	10.01	20	200.2	366.21	380	27/10/2023	03/11/2023	7	96.37%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
5	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	72490	10	20	200	362.45	380	27/10/2023	03/11/2023	7	95.38%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
6	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	74179	10	20.01	200.1	370.71	380	27/10/2023	03/11/2023	7	97.56%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
7	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	62869	10.01	19.99	200.0999	314.19	380	27/10/2023	03/11/2023	7	82.68%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
8	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	61528	10	20	200	307.64	380	27/10/2023	03/11/2023	7	80.96%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
9	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	62197	10	20.01	200.1	310.83	380	27/10/2023	03/11/2023	7	81.80%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
10	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	53664	10	20	200	268.32	380	27/10/2023	03/11/2023	7	70.61%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
11	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	55238	10	20.01	200.1	276.05	380	27/10/2023	03/11/2023	7	72.65%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											
12	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	54661	10.01	19.99	200.0999	273.17	380	27/10/2023	03/11/2023	7	71.89%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 7 DÍAS											

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

[Firma]

Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
Cel. 944487374 97924440



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS	: INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023			
SOLICITANTE	: BACH. ALBER MILTON APAZA QUISPE		F. INGRESO	: 2023-11-20
	: BACH. RENE OSWALDO MAMANI MAMANI		F. EMISIÓN	: 2023-11-24
LUGAR	: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO			

ROTURA A LOS 14 DÍAS													
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ADITIVO (%)	CARGA Kg	ANCHO cm	LARGO cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
1	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	0	69020	10	20	200	345.10	380	07/11/2023	21/11/2023	14	90.82%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
2	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	0	68046	10.01	19.99	200.0999	340.06	380	07/11/2023	21/11/2023	14	89.49%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
3	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	0	69688	9.99	20	199.8	348.79	380	07/11/2023	21/11/2023	14	91.79%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
4	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	75912	10	19.99	199.9	379.75	380	07/11/2023	21/11/2023	14	99.93%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
5	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	75468	10	20	200	377.34	380	07/11/2023	21/11/2023	14	99.30%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
6	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	76372	10.01	20	200.2	381.48	380	07/11/2023	21/11/2023	14	100.39%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
7	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	75050	10	20	200	375.25	380	07/11/2023	21/11/2023	14	98.75%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
8	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	74661	10	20.01	200.1	373.12	380	07/11/2023	21/11/2023	14	98.19%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
9	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	73899	10.01	19.99	200.0999	369.31	380	07/11/2023	21/11/2023	14	97.19%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
10	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	62432	10	20	200	312.16	380	07/11/2023	21/11/2023	14	82.15%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
11	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	63902	10	20.01	200.1	319.35	380	07/11/2023	21/11/2023	14	84.04%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												
12	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	63084	10	20	200	315.42	380	07/11/2023	21/11/2023	14	83.01%	
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 14 DÍAS												

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Geotecnia
[Firma]
Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP LABORATORIO MECÁNICA DE
SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa
Cel. 944167574 - 973214143



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS	: INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUNO - 2023		
SOLICITANTE	: BACH. ALBER MILTON APAZA QUISPE		
	: BACH. RENE OSWALDO MAMANI MAMANI		F. INGRESO : 2023-11-24
LUGAR	: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO		F. EMISIÓN : 2023-11-30

ROTURA A LOS 28 DÍAS												
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ADITIVO (%)	CARGA Kg	ANCHO cm	LARGO cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	0	76268	10	20.01	200.1	381.15	380	27/10/2023	24/11/2023	28	100.30%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
2	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	0	75934	10.01	19.99	200.0999	379.48	380	27/10/2023	24/11/2023	28	99.86%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
3	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	0	76522	10	20	200	382.61	380	27/10/2023	24/11/2023	28	100.69%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
4	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	79358	10	20.01	200.1	396.59	380	27/10/2023	24/11/2023	28	104.37%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
5	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	79832	10	20	200	399.16	380	27/10/2023	24/11/2023	28	105.04%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
6	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	7	81511	10.01	19.99	200.0999	407.35	380	27/10/2023	24/11/2023	28	107.20%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
7	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	75708	10	20	200	378.54	380	27/10/2023	24/11/2023	28	99.62%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
8	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	76332	9.99	20	199.8	382.04	380	27/10/2023	24/11/2023	28	100.54%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
9	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	10	76318	10	19.99	199.9	381.78	380	27/10/2023	24/11/2023	28	100.47%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
10	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	71690	10	20	200	358.45	380	27/10/2023	24/11/2023	28	94.33%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
11	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	72919	10.01	20	200.2	364.23	380	27/10/2023	24/11/2023	28	95.85%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											
12	ADOQUIN DE PRUEBA 10x20x8cm	13	73740	10	20	200	368.70	380	27/10/2023	24/11/2023	28	97.03%
	Fc. 380 . TMN. de 3/4" - 28 DÍAS											

PERGEOTEC E.I.R.L.
Laboratorio Mecánica de Suelos Pavimentos y Geotecnia

Ing. Percy Tupa Ruiz
ESP. LABORATORIO MECÁNICA DE
SUELOS PAVIMENTOS Y CONCRETO
CIP 218720

Dirección: Jr. Teodoro Valcarcel MZ. E1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka 2da Etapa

INFORME DE ENSAYO

ENSAYOS QUIMICOS EN SUELOS Y AGREGADOS

CODIGO DE ENSAYO
GCT - EPH - 013

Pg. 1 - 1

PROYECTO : INFLUENCIA DEL DIÓXIDO DE TITANIO Y LA RADIACIÓN INFRARROJA EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO, MECÁNICO, Y QUÍMICO DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO, PUÑO - 2023
UBICACIÓN : PUÑO - SAN ROMAN - JULIACA
SOLICITANTE : BACH. APAZA QUISPE, ALBER MILTON
BACH. MAMANI MAMANI, RENE OSWALDO
F. INGRESO : 2023-12-18
F. EMISIÓN : 2023-12-21
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Cantera : NO INDICA
Nuestra : BRIQUETAS
N° de Muestra : M - 01, 02, 03 y 04
Progresiva : ---
Nota: ---
Este: ---
Cola: ---

DETALLE DE LA MUESTRA		DETERMINACIÓN DEL VALOR PH (NTP 339.176)	
MATERIAL	: AGREGADO	MP	12,10
PRESENTACIÓN	: BRIQUETAS DE 6" DE DIAMETRO		
REFERENCIA	: MUESTRA ALTERADA		
ENSAYOS	: DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROMETRO		
MÉTODO	: ELECTROMETRICO		

DETALLE DE LA MUESTRA		DETERMINACIÓN DEL VALOR PH (NTP 339.176)	
MATERIAL	: AGREGADO	MP + 7% TiO ₂	12,20
PRESENTACIÓN	: BRIQUETAS DE 6" DE DIAMETRO		
REFERENCIA	: MUESTRA ALTERADA		
ENSAYOS	: DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROMETRO		
MÉTODO	: ELECTROMETRICO		

DETALLE DE LA MUESTRA		DETERMINACIÓN DEL VALOR PH (NTP 339.176)	
MATERIAL	: AGREGADO	MP + 10% TiO ₂	12,20
PRESENTACIÓN	: BRIQUETAS DE 6" DE DIAMETRO		
REFERENCIA	: MUESTRA ALTERADA		
ENSAYOS	: DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROMETRO		
MÉTODO	: ELECTROMETRICO		

DETALLE DE LA MUESTRA		DETERMINACIÓN DEL VALOR PH (NTP 339.176)	
MATERIAL	: AGREGADO	MP + 13% TiO ₂	12,20
PRESENTACIÓN	: BRIQUETAS DE 6" DE DIAMETRO		
REFERENCIA	: MUESTRA ALTERADA		
ENSAYOS	: DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROMETRO		
MÉTODO	: ELECTROMETRICO		

OBSERVACIONES:

- * Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.
- * Las muestras provienen despues del ensayo de modulo de elasticidad del concreto.
- * Las muestras fueron saturadas durante 24 horas en agua destilada antes de su ensayo

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfono: 051-326588 / 051 017447 / 051 071588

Anexo 6
Certificado de calibración



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-354

Page / Pág. 1 de 5

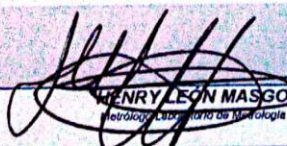
Equipo <i>Instrument</i>	MAQUINA ELECTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PC-160	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	397	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	PERGEOTEC EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Dirección <i>Address</i>	JR. TEODORO VALCARCEL MZA. E-1 LOTE. 08 URB. PRADERAS DEL INKA IEE PUNO- SAN ROMAN - JULIACA	
Ciudad <i>City</i>	PUNO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 09 - 07	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 09 - 07	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacen de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


HENRY LEON MASGO
Metrología Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.0



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	2,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,1 kN	Número de Serie	HV325-911250
Resolución	0,1 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición	Del 0 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2025-02-03
Calibrado			
Límite Inferior de la Escala	10 kN		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kN
		S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S _{2'} No Aplica	S ₃ Ascendente kN	S ₄ No Aplica	
10	100,0	101,11	100,91	---	101,31	---	101,11
20	200,0	201,56	201,36	---	201,66	---	201,53
30	300,0	302,19	302,29	---	302,19	---	302,23
40	400,0	403,32	403,52	---	403,32	---	403,38
50	500,0	503,93	504,23	---	504,13	---	504,10
60	600,0	604,63	604,33	---	604,83	---	604,60
70	700,0	705,93	706,03	---	706,34	---	706,10
80	800,0	806,73	807,03	---	806,83	---	806,86
90	900,0	904,81	905,01	---	904,91	---	904,91
100	1 000,0	1 003,7	1 003,8	---	1 003,4	---	1 003,6

LM-PC-05-F-01 R12.0



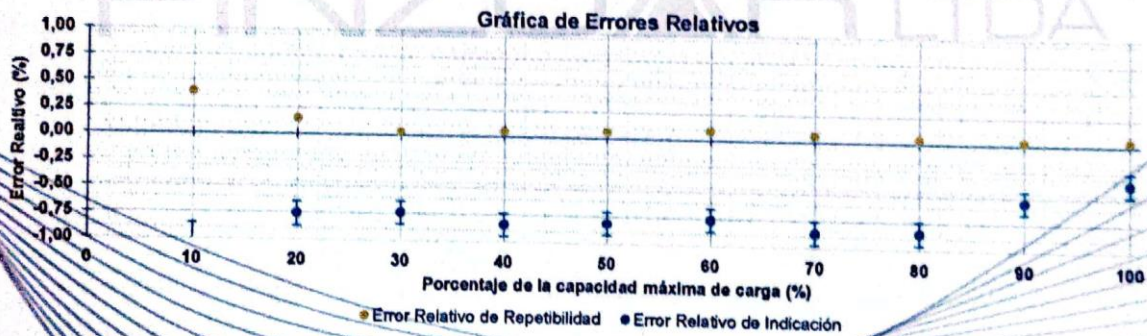
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.
Error relativo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,s1}$ %	$f_{0,s2}$ %	$f_{0,s3}$ %	$f_{0,s4}$ %	$f_{0,s5}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	Indicación kN	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k _{p=95%}
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
10	100,00	-1,10	0,40	----	0,100	0,25	0,25	2,01
20	200,00	-0,76	0,15	----	0,050	0,22	0,11	2,01
30	300,00	-0,74	0,03	----	0,033	0,33	0,11	2,02
40	400,00	-0,84	0,05	----	0,025	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,81	0,06	----	0,020	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,76	0,08	----	0,017	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,86	0,06	----	0,014	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,85	0,04	----	0,013	0,88	0,11	2,02
90	900,00	-0,54	0,02	----	0,011	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,36	0,04	----	0,010	1,1	0,11	2,02



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa PERGEOTEC EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicada en PUNO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 21,2 °C
 Humedad Relativa Máxima: 76 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 20,6 °C
 Humedad Relativa Mínima: 75 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.0



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2 , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	R^2
1,89080 E00	9,88960 E-01	5,04885 E-05	-3,77203 E-08	1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
100,0	101,25	111,24	121,23	131,23	141,23
150,0	151,24	161,26	171,29	181,32	191,36
200,0	201,40	211,45	221,50	231,56	241,63
250,0	251,70	261,77	271,85	281,93	292,02
300,0	302,10	312,20	322,29	332,39	342,49
350,0	352,59	362,70	372,81	382,92	393,03
400,0	403,14	413,25	423,37	433,48	443,59
450,0	453,71	463,82	473,94	484,05	494,17
500,0	504,28	514,39	524,50	534,61	544,71
550,0	554,82	564,92	575,02	585,11	595,21
600,0	605,30	615,38	625,46	635,54	645,62
650,0	655,69	665,75	675,81	685,87	695,92
700,0	705,96	716,00	726,04	736,06	746,08
750,0	756,10	766,10	776,10	786,10	796,08
800,0	806,06	816,03	825,99	835,94	845,88
850,0	855,82	865,75	875,66	885,57	895,47
900,0	905,35	915,23	925,10	934,95	944,79
950,0	954,63	964,45	974,26	984,06	993,84
1 000,0	1 003,6				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,0	101,11	101,25	0,1
200,0	201,53	201,40	-0,1
300,0	302,23	302,10	-0,1
400,0	403,38	403,14	-0,2
500,0	504,10	504,28	0,2
600,0	604,60	605,30	0,7
700,0	706,10	705,96	-0,1
800,0	806,86	806,06	-0,8
900,0	904,91	905,35	0,4
1 000,0	1 003,6	1 003,6	0,0

LM-PC-05-F-01 R12.0



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,023$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-354

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.0



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACION, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO


Diámetro interno	152,4 mm ± 0,7 mm
Altura	116,4 mm ± 0,5 mm
Volumen	2 124 cm ³ ± 25 cm ³
Serie	025

El Molde Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D - 1557
NTP 339.141 / MTC E 115

Lima, 2 de diciembre de 2023

Aprobado:


Alejandro Flores Minaya
Dep. Técnico y Metrología



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sínchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SM-1251-2023

DESTINATARIO : PERGEOTEC E.I.R.L.
 DIRECCION : MZ. E-1 LOTE 8 URB. PRADERAS DEL INKA - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
 FECHA : 11 de Julio del 2023
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio Metrologia PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICION: BALANZA

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 6200 g
 Nº DE SERIE : B946572544 DIV. DE ESCALA (d) 0.1 g
 MODELO : SJX6201/E DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 1 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CAPACIDAD MÍNIMA 2 g
 CLASE III

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 315, 318 - CM - M - 2019

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011-INDECOPI

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	17.5	17.5		75	75

Medición Nº	Carga L1 = 3000 g			Carga L2 = 6000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
2	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
3	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
4	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
5	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
6	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
7	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
8	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
9	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
10	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01

$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.0	0.00	0.3
6000.0	0.00	0.3

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma

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

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





LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Temp. °C	Inicial	Final
	17.5	17.5

H.R. (%)	Inicial	Final
	75	75

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo	Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)				
		Carga Minima* (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)		Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	20.0	20.0	0.05	0.00	2000.0	0.05	0.00	0.00	0.00	0.2
2	20.0	20.0	0.06	-0.01	2000.0	0.05	0.00	0.00	0.01	0.2
3	20.0	20.0	0.06	-0.01	2000.0	0.05	0.00	0.00	0.01	0.2
4	20.0	20.0	0.05	0.00	2000.0	0.06	-0.01	-0.01	0.02	0.2
5	20.0	20.0	0.05	0.00	2000.0	0.06	-0.01	-0.01	0.02	0.2

*Valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

ENSAYO DE PESAJE

Temp. °C	Inicial	Final
	17.5	17.5

H.R. (%)	Inicial	Final
	75	75

Carga N (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
20	20.00	0.04	0.01						
600	599.99	0.04	0.00	-0.01	599.98	0.04	-0.01	-0.02	0.1
1200	1200.00	0.04	0.01	0.00	1200.00	0.05	0.00	-0.01	0.1
1800	1799.99	0.05	-0.01	-0.02	1799.98	0.05	-0.02	-0.03	0.1
2400	2400.00	0.05	0.00	-0.01	2400.00	0.06	-0.01	-0.02	0.2
3000	2999.99	0.05	-0.01	-0.02	2999.98	0.06	-0.03	-0.04	0.2
3600	3600.00	0.06	-0.01	-0.02	3600.00	0.06	-0.01	-0.02	0.3
4200	4200.00	0.06	-0.01	-0.02	4200.00	0.06	-0.01	-0.02	0.3
4800	4800.00	0.06	-0.01	-0.02	4800.00	0.07	-0.02	-0.03	0.3
5400	5399.99	0.06	-0.02	-0.03	5399.98	0.07	-0.04	-0.05	0.3
6000	6000.00	0.07	-0.02	-0.03	6000.00	0.07	-0.02	-0.03	0.3

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Aufcel
 Calibrado por:
 Amed Castillo Espinoza
 Dpto. de Metrologia



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

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

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

Web Page: www.pys.pe

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



LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Temp. °C	Inicial	Final
	17.5	17.5

H.R. (%)	Inicial	Final
	75	75

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo	Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)				
		Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)			
1	20	2000	20.0	0.05	0.00	2000.0	0.05	0.00	0.00	0.2
2			20.0	0.06	-0.01	2000.0	0.05	0.00	0.01	0.2
3			20.0	0.06	-0.01	2000.0	0.05	0.00	0.01	0.2
4			20.0	0.05	0.00	2000.0	0.06	-0.01	-0.01	0.2
5			20.0	0.05	0.00	2000.0	0.06	-0.01	-0.01	0.2

Valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$

ENSAYO DE PESAJE

Temp. °C	Inicial	Final
	17.5	17.5

H.R. (%)	Inicial	Final
	75	75

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
20	20.00	0.04	0.01						
600	599.99	0.04	0.00	-0.01	599.98	0.04	-0.01	-0.02	0.1
1200	1200.00	0.04	0.01	0.00	1200.00	0.05	0.00	-0.01	0.1
1800	1799.99	0.05	-0.01	-0.02	1799.98	0.05	-0.02	-0.03	0.1
2400	2400.00	0.05	0.00	-0.01	2400.00	0.06	-0.01	-0.02	0.2
3000	2999.99	0.05	-0.01	-0.02	2999.98	0.06	-0.03	-0.04	0.2
3600	3600.00	0.06	-0.01	-0.02	3600.00	0.06	-0.01	-0.02	0.3
4200	4200.00	0.06	-0.01	-0.02	4200.00	0.06	-0.01	-0.02	0.3
4800	4800.00	0.06	-0.01	-0.02	4800.00	0.07	-0.02	-0.03	0.3
5400	5399.99	0.06	-0.02	-0.03	5399.98	0.07	-0.04	-0.05	0.3
6000	6000.00	0.07	-0.02	-0.03	6000.00	0.07	-0.02	-0.03	0.3

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Amed Castillo Espinoza
 Calibrado por:
 Amed Castillo Espinoza
 Dpto. de Metrologia



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

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



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SM-1248-2020

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final	Inicial	Final	Final
Temp. °C	16.0	16.0	H.R. (%)	80	80

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (kg)
	Carga Mínima*	l (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
1	0.010	0.010	0.0008	-0.0003	10.000	10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
3		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
4		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
5		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final	Inicial	Final	Final
Temp. °C	16.0	16.0	H.R. (%)	80	80

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.01	0.010	0.0007	-0.0002						
3.00	3.000	0.0007	-0.0002	0.0000	3.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
6.00	6.000	0.0007	-0.0002	0.0000	6.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
9.00	9.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	9.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
12.00	12.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	12.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
15.00	15.001	0.0010	0.0005	0.0007	15.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
18.00	18.001	0.0010	0.0005	0.0007	18.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
21.00	21.003	0.0010	0.0025	0.0027	21.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
24.00	24.002	0.0010	0.0015	0.0017	24.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
27.00	27.003	0.0010	0.0025	0.0027	27.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.003
30.00	29.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	30.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.003

$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$

Amp/CE

Calibrado por:
Amed Castillo Espinoza
Técnico Metrología

2 pág. de 2



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

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

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

Web Page: www.pys.pe

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



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACION SM-1248-2020

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	16.0	16.0

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)	80	80	80

Posición de la Carga	Carga Mínima* (kg)	Determinación del Error en Cero Eo			Carga L (kg)	Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (kg)
		I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)		I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
1	0.010	0.010	0.0008	-0.0003	10.000	10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
3		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
4		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
5		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	16.0	16.0

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)	80	80	80

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.01	0.010	0.0007	-0.0002						
3.00	3.000	0.0007	-0.0002	0.0000	3.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
6.00	6.000	0.0007	-0.0002	0.0000	6.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
9.00	9.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	9.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
12.00	12.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	12.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
15.00	15.001	0.0010	0.0005	0.0007	15.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
18.00	18.001	0.0010	0.0005	0.0007	18.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
21.00	21.003	0.0010	0.0025	0.0027	21.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
24.00	24.002	0.0010	0.0015	0.0017	24.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
27.00	27.003	0.0010	0.0025	0.0027	27.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.003
30.00	29.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	30.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.003

$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$

Amed
Calibrado por.

Amed Castillo Espinoza
Técnico Metrología

2 pág. de 2



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

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

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

Web Page: www.pys.pe

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



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACION SM-1248-2020

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
	1
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	16.0	16.0

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)		80	80

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (kg)	
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.010	0.010	0.0008	-0.0003	10.000	10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
3		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
4		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
5		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	16.0	16.0

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)		80	80

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.01	0.010	0.0007	-0.0002						
3.00	3.000	0.0007	-0.0002	0.0000	3.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
6.00	6.000	0.0007	-0.0002	0.0000	6.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
9.00	9.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	9.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
12.00	12.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	12.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
15.00	15.001	0.0010	0.0005	0.0007	15.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
18.00	18.001	0.0010	0.0005	0.0007	18.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
21.00	21.003	0.0010	0.0025	0.0027	21.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
24.00	24.002	0.0010	0.0015	0.0017	24.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
27.00	27.003	0.0010	0.0025	0.0027	27.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.003
30.00	29.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	30.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.003

$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$

Amed
Calibrado por.

Amed Castillo Espinoza
Técnico Metrología

2 pág. de 2



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

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

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

Web Page: www.pys.pe

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1068-2023

Páginas: 1 de 2

1. **SOLICITANTE** PERGEOTEC E.I.R.L.
Dirección Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman JULIACA - PUNO
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** MALLA TAMIZ
Marca ARKOLAB
Modelo NO INDICA
N° de Serie NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Material ACERO INOXIDABLE
Malla N° 20
Abertura Nominal 850 µm
Código de Identificación NO INDICA
3. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2023-09-04

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

N° 005674

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa
5. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**
Determinación de la longitud central entre alambres que conformar la malla metálica del tamiz o si la abertura de la malla cumple con el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11
Se realizó la calibración tomando como referencia la Norma ISO 3310-1 "TEST SIEVES - Technical Requirements and testing; Parte 1 "Test Sieves of metal wire cloth".
6. **TRAZABILIDAD:**
Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Un Juego de Bloque Planoparalelos Grado "0"	LLA-522-2022
	Reticula de Medicion	LLA-004-2023
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2023 / LH-049-2023

7. **RESULTADOS**
- ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
 - ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura $K=2$, para un nivel de confianza del 95%.
 - ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
 - ✓ Se recomienda mantener limpia la malla metálica para evita la alteración de su medida, una vez utilizado el equipo este debe ser almacenado en un lugar seco.
 - ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.

SELLO



[Signature]
TI. Carlos Baldarrago Bohorquez
GERENTE TÉCNICO
SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Tel. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
<http://www.servitecc.com/>

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1068-2023

Página: 2 de 2

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración fueron las siguientes:

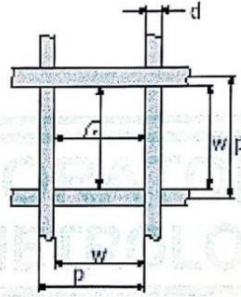
Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR	Presión Ambiental mmHg
22.5°	27%	572 mmHg

Resultados de las mediciones

Abertura Nominal ASTM (μm)	Valor Medido (μm)	Desviación (μm)	Variación Permisible ASTM E11-15 \pm (μm)
850	875	25	29.1

N° 005675

El Valor Medido, Corresponde al promedio de una serie de mediciones en diferentes puntos de la malla.
Luz de Malla (w): Distancia entre dos urdimbres o tramas contiguas medida en proyección plana y en el centro de la malla.



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Tel. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
http://www.servitecc.com/

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1069-2023

Páginas: 1 de 2

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. <u>SOLICITANTE</u> | PERGEOTEC E.I.R.L. |
| Dirección | Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman
JULIACA - PUNO |
| 2. <u>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</u> | MALLA TAMIZ |
| Marca | ARKOLAB |
| Modelo | NO INDICA |
| N° de Serie | NO INDICA |
| Procedencia | NO INDICA |
| Material | ACERO INOXIDABLE |
| Malla N° | 40 |
| Abertura Nominal | 300 µm |
| Código de Identificación | NO INDICA |
| 3. <u>FECHA DE CALIBRACIÓN:</u> | 2023-09-04 |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

N° 005676

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Instalaciones de la empresa

5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:

Determinación de la longitud central entre alambres que conforman la malla metálica del tamiz o si la abertura de la malla cumple con el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11. Se realizó la calibración tomando como referencia la Norma ISO 3310-1 "TEST SIEVES - Technical Requirements and testing; Parte 1 "Test Sieves of metal wire cloth".

6. TRAZABILIDAD:

Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Un Juego de Bloque Planoparalelos Grado "0"	LLA-522-2022
	Reticula de Medicion	LLA-004-2023
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2023 / LH-049-2023

7. RESULTADOS

- ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
- ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
- ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- ✓ Se recomienda mantener limpia la malla metálica para evita la alteración de su medida, una vez utilizado el equipo este debe ser almacenado en un lugar seco.
- ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.

SELLO




 TI. Carlos Baldarrago Bohorquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Telf. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
http://www.servitecc.com/

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1069-2023

Página: 2 de 2

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración fueron las siguientes:

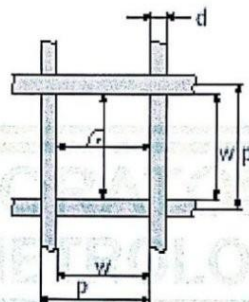
Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR	Presión Ambiental mmHg
22.5°	27%	572 mmHg

Resultados de las mediciones

Abertura Nominal ASTM (μm)	Valor Medido (μm)	Desviación (μm)	Variación Permisible ASTM E11-15 \pm (μm)
425	425	0.0	15.5

N° 005677

El Valor Medido, Corresponde al promedio de una serie de mediciones en diferentes puntos de la malla.
Luz de Malla (w): Distancia entre dos urdimbres o tramas contiguas medida en proyección plana y en el centro de la malla.



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Tel. 054-406987
 Movistar: 959665818 - RPM: *543358
 RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
<http://www.servitecc.com/>

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1070-2023

Páginas: 1 de 2

1. **SOLICITANTE** PERGEOTECC E.I.R.L.
Dirección Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman JULIACA - PUNO
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** MALLA TAMIZ
Marca ARKOLAB
Modelo NO INDICA
N° de Serie NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Material ACERO INOXIDABLE
Malla N° 100
Abertura Nominal 150 µm
Código de Identificación NO INDICA
3. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2023-09-04

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

Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

N° 005678

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa
5. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**
Determinación de la longitud central entre alambres que conformar la malla metálica del tamiz o si la abertura de la malla cumple con el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11
Se realizó la calibración tomando como referencia la Norma ISO 3310-1 "TEST SIEVES - Technical Requirements and testing; Parte 1 "Test Sieves of metal wire cloth".
6. **TRAZABILIDAD:**
Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Un Juego de Bloque Planoparalelos Grado "0"	LLA-522-2022
	Reticula de Medicion	LLA-004-2023
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2023 / LH-049-2023

7. **RESULTADOS**
 - ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
 - ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
 - ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
 - ✓ Se recomienda mantener limpia la malla metálica para evita la alteración de su medida, una vez utilizado el equipo este debe ser almacenado en un lugar seco.
 - ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.



[Handwritten Signature]
 TI. Carlos Baldafrago Bqhorquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9 Telf: 054-406987 servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA Movistar: 959665818 - RPM: *543358 http://www.servitecc.com/
 RPC:959172866

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1070-2023

Página: 2 de 2

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración fueron las siguientes:

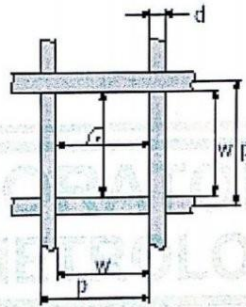
Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR	Presión Ambiental mmHg
22.5°	27%	572 mmHg

Resultados de las mediciones

Abertura Nominal ASTM (μm)	Valor Medido (μm)	Desviación (μm)	Variación Permisible ASTM E11-15 \pm (μm)
150	150	0.0	6.6

N° 005679

El Valor Medido, Corresponde al promedio de una serie de mediciones en diferentes puntos de la malla.
Luz de Malla (w): Distancia entre dos urdimbres o tramas contiguas medida en proyección plana y en el centro de la malla.



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Telf. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
<http://www.servitecc.com/>

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1071-2023

Páginas: 1 de 2

<p>1. SOLICITANTE</p> <p>Dirección</p>	<p>PERGEOTEC E.I.R.L.</p> <p>Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman JULIACA - PUNO</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</p> <p>El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.</p> <p>La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.</p>
<p>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>N° de Serie</p> <p>Procedencia</p> <p>Material</p> <p>Malla N°</p> <p>Abertura Nominal</p> <p>Código de Identificación</p>	<p>MALLA TAMIZ</p> <p>ARKOLAB</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>ACERO INOXIDABLE</p> <p>20</p> <p>75 µm</p> <p>NO INDICA</p>	
<p>3. FECHA DE CALIBRACIÓN:</p>	<p>2023-09-04</p>	

N° 005680

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa

5. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**

Determinación de la longitud central entre alambres que conformar la malla metálica del tamiz o si la abertura de la malla cumple con el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11
Se realizó la calibración tomando como referencia la Norma ISO 3310-1 "TEST SIEVES - Technical Requirements and testing; Parte 1 "Test Sieves of metal wire cloth".

6. **TRAZABILIDAD:**

Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Un Juego de Bloque Planoparalelos Grado "0"	LLA-522-2022
	Reticula de Medicion	LLA-004-2023
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2023 / LH-049-2023

7. **RESULTADOS**

- ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
- ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
- ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- ✓ Se recomienda mantener limpia la malla metálica para evita la alteración de su medida, una vez utilizado el equipo este debe ser almacenado en un lugar seco.
- ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.

SELLO




 TI. Carlos Balbarrago Bohorquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Telf. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
http://www.servitecc.com/

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1071-2023

Página: 2 de 2

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración fueron las siguientes:

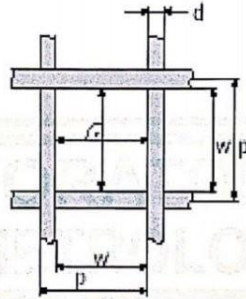
Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR	Presión Ambiental mmHg
22.5°	27%	572 mmHg

Resultados de las mediciones

Abertura Nominal ASTM (μm)	Valor Medido (μm)	Desviación (μm)	Variación Permisible ASTM E11-15 \pm (μm)
75	75	0.0	4.1

N° 005681

El Valor Medido. Corresponde al promedio de una serie de mediciones en diferentes puntos de la malla.
Luz de Malla (w): Distancia entre dos urdimbres o tramas contiguas medida en proyección plana y en el centro de la malla.



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Tel. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
<http://www.servitecc.com/>

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1057-2023

Páginas: 1 de 2

- | | | |
|---|--|--|
| <p>1. SOLICITANTE</p> <p>Dirección</p> | <p>PERGEOTEC E.I.R.L.</p> <p>Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman
JULIACA - PUNO</p> | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).</p> |
| <p>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>N° de Serie</p> <p>Procedencia</p> <p>Material</p> <p>Malla N°</p> <p>Abertura Nominal</p> <p>Código de Identificación</p> | <p>MALLA TAMIZ</p> <p>ARKOLAB</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>ACERO INOXIDABLE</p> <p>1/4"</p> <p>6.30 mm</p> <p>NO INDICA</p> | <p>Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</p> <p>El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.</p> <p>La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.</p> |
| <p>3. FECHA DE CALIBRACIÓN:</p> | <p>2023-09-04</p> | |

N° 005652

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Instalaciones de la empresa

5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:

Determinación de la longitud central entre alambres que conforman la malla metálica del tamiz o si la abertura de la malla cumple con el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11 Se realizó la calibración tomando como referencia la Norma ISO 3310-1 "TEST SIEVES - Technical Requirements and testing; Parte 1 "Test Sieves of metal wire cloth".

6. TRAZABILIDAD:

Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Un Juego de Bloque Planoparalelos Grado "0"	LLA-522-2022
	Reticula de Medicion	LLA-004-2023
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2023 / LH-049-2023

7. RESULTADOS

- ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
- ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
- ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- ✓ Se recomienda mantener limpia la malla metálica para evita la alteración de su medida, una vez utilizado el equipo este debe ser almacenado en un lugar seco.
- ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.

SELLO



[Handwritten Signature]
 Tl. Carlos Baldaño Bohorquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Telf. 054-406987
 Movistar: 959665818 - RPM: *543358
 RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
<http://www.servitecc.com/>

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1057-2023

Página: 2 de 2

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración fueron las siguientes:

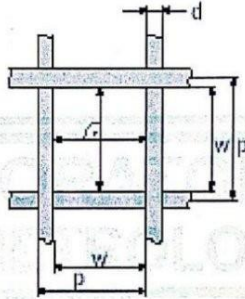
Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR	Presión Ambiental mmHg
22.5°	27%	572 mmHg

Resultados de las mediciones

Abertura Nominal ASTM (mm)	Valor Medido (mm)	Desviación (mm)	Variación Permisible ASTM E11-15 ± (mm)
6.30	6.48	0.18	0.197

N° 005653

El Valor Medido, Corresponde al promedio de una serie de mediciones en diferentes puntos de la malla.
Luz de Malla (w): Distancia entre dos urdimbres o tramas contiguas medida en proyección plana y en el centro de la malla.



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Tel: 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
http://www.servitecc.com/

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1058-2023

Páginas: 1 de 2

1. SOLICITANTE	PERGEOTEC E.I.R.L.
Dirección	Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman JULIACA - PUNO
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	MALLA TAMIZ
Marca	ARKOLAB
Modelo	NO INDICA
N° de Serie	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Material	ACERO INOXIDABLE
Malla N°	3/8"
Abertura Nominal	9.50 mm
Código de Identificación	NO INDICA
3. FECHA DE CALIBRACIÓN:	2023-09-04

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

N° 005654

- 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa
- 5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**
Determinación de la longitud central entre alambres que conformar la malla metálica del tamiz o si la abertura de la malla cumple con el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11
Se realizó la calibración tomando como referencia la Norma ISO 3310-1 "TEST SIEVES - Technical Requirements and testing; Parte 1 "Test Sieves of metal wire cloth".
- 6. TRAZABILIDAD:**
Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Un Juego de Bloque Planoparalelos Grado "0"	LLA-522-2022
	Reticula de Medicion	LLA-004-2023
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2023 / LH-049-2023

- 7. RESULTADOS**
- ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
 - ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
 - ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
 - ✓ Se recomienda mantener limpia la malla metálica para evita la alteración de su medida, una vez utilizado el equipo este debe ser almacenado en un lugar seco.
 - ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.




 TI. Carlos Baldarrago Bhorquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9 Telf: 054-406987 servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA Movistar: 959665818 - RPM: *543358 http://www.servitecc.com/
 RPC:959172866

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1058-2023

Página: 2 de 2

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración fueron las siguientes:

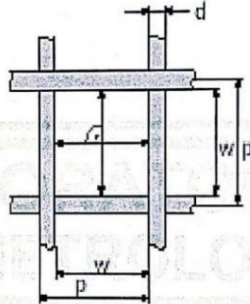
Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR	Presión Ambiental mmHg
22.5°	27%	572 mmHg

Resultados de las mediciones

Abertura Nominal ASTM (mm)	Valor Medido (mm)	Desviación (mm)	Variación Permisible ASTM E11-15 ± (mm)
9.50	8.95	-0.55	0.295

N° 005655

El Valor Medido, Corresponde al promedio de una serie de mediciones en diferentes puntos de la malla.
Luz de Malla (w): Distancia entre dos urdimbres o tramas contiguas medida en proyección plana y en el centro de la malla.



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9 Telf. 054-406987 servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA Movistar: 959665818 - RPM: *543358 <http://www.servitecc.com/>
 RPC:959172866

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1059-2023

Páginas: 1 de 2

- | | | |
|---|---|--|
| <p>1. SOLICITANTE</p> <p>Dirección</p> | <p>PERGEOTEC E.I.R.L.</p> <p>Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman
JULIACA - PUNO</p> | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).</p> |
| <p>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>N° de Serie</p> <p>Procedencia</p> <p>Material</p> <p>Malla N°</p> <p>Abertura Nominal</p> <p>Código de Identificación</p> | <p>MALLA TAMIZ</p> <p>ARKOLAB</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>ACERO INOXIDABLE</p> <p>1/2"</p> <p>12.50 mm</p> <p>NO INDICA</p> | <p>Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</p> <p>El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.</p> <p>La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.</p> |
| <p>3. FECHA DE CALIBRACIÓN:</p> | <p>2023-09-04</p> | |

N° 005656

- 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa
- 5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**
Determinación de la longitud central entre alambres que conformar la malla metálica del tamiz o si la abertura de la malla cumple con el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11
Se realizó la calibración tomando como referencia la Norma ISO 3310-1 "TEST SIEVES - Technical Requirements and testing; Parte 1 "Test Sieves of metal wire cloth".

- 6. TRAZABILIDAD:**
Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Un Juego de Bloque Planoparalelos Grado "0"	LLA-522-2022
	Reticula de Medicion	LLA-004-2023
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2023 / LH-049-2023

- 7. RESULTADOS**
- ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
 - ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura $K=2$, para un nivel de confianza del 95%.
 - ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
 - ✓ Se recomienda mantener limpia la malla metálica para evita la alteración de su medida, una vez utilizado el equipo este debe ser almacenado en un lugar seco.
 - ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.

SELLO



[Handwritten Signature]
 TI. Carlos Baldarago Bohorquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9 Telf. 054-406987 servitecc@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA Movistar: 959665818 - RPM: *543358 <http://www.servitecc.com/>
 RPC:959172866

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1059-2023

Página: 2 de 2

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración fueron las siguientes:

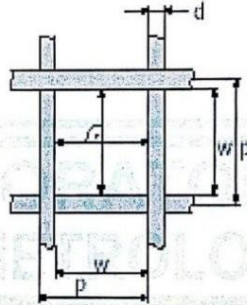
Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR	Presión Ambiental mmHg
22.5°	27%	572 mmHg

Resultados de las mediciones

Abertura Nominal ASTM (mm)	Valor Medido (mm)	Desviación (mm)	Variación Permisible ASTM E11-15 ± (mm)
12.50	12.925	0.425	0.385

N° 005657

El Valor Medido. Corresponde al promedio de una serie de mediciones en diferentes puntos de la malla.
Luz de Malla (w): Distancia entre dos urdimbres o tramas contiguas medida en proyección plana y en el centro de la malla.



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Telf. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC: 959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
http://www.servitecc.com/

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1060-2023

Páginas: 1 de 2

<p>1. SOLICITANTE</p> <p>Dirección</p>	<p>PERGEOTEC E.I.R.L.</p> <p>Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman JULIACA - PUNO</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</p> <p>El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.</p> <p>La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.</p>
<p>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</p> <p>Marca</p> <p>Modelo</p> <p>N° de Serie</p> <p>Procedencia</p> <p>Material</p> <p>Malla N°</p> <p>Abertura Nominal</p> <p>Código de Identificación</p>	<p>MALLA TAMIZ</p> <p>ARKOLAB</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>NO INDICA</p> <p>ACERO INOXIDABLE</p> <p>3/4"</p> <p>19.0 mm</p> <p>NO INDICA</p>	
<p>3. FECHA DE CALIBRACIÓN:</p>	<p>2023-09-04</p>	

N° 005658

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa
5. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**
 Determinación de la longitud central entre alambres que conformar la malla metálica del tamiz o si la abertura de la malla cumple con el numeral 6.1 de la Norma ASTM E11
 Se realizó la calibración tomando como referencia la Norma ISO 3310-1 "TEST SIEVES - Technical Requirements and testing; Parte 1 "Test Sieves of metal wire cloth".
6. **TRAZABILIDAD:**
 Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Un Juego de Bloque Planoparalelos Grado "0"	LLA-522-2022
	Reticula de Medicion	LLA-004-2023
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2023 / LH-049-2023

7. **RESULTADOS**
- ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
 - ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
 - ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
 - ✓ Se recomienda mantener limpia la malla metálica para evita la alteración de su medida, una vez utilizado el equipo este debe ser almacenado en un lugar seco.
 - ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.

BELLO



[Handwritten Signature]
 Tl. Carlos Baldarrago Bohorquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9 Telf. 054-406987 servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA Movistar: 959665818 - RPM: *543358 http://www.servitecc.com/
 RPC:959172866

Scanned by CamScanner

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1052-2023

Página: 1 de 3

1. **SOLICITANTE:** PERGEOTEC E.I.R.L.
 Dirección: Mz. E-1 Lt. 8 Urb. Praderas del Inka - San Roman JULIACA - PUNO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** BALANZA
 Tipo: ELECTRONICA
 Marca: XIN YUAN SCALE
 Modelo: 8006
 N° de serie: NO INDICA
 Procedencia: NO INDICA
 Alcance de indicación: 2000 g
 División de escala (d): 0.1 g
 División de verificación (e): 0.1 g
 Clase de exactitud: II (FINA)
 Código de Identificación: NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

La empresa SERVITECC EIRL no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

N° 005605

3. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2023-09-03
 4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa

5. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**
 La calibración se efectuó tomando como referencia el PC-011 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático, clase I y II.

6. **TRAZABILIDAD:**
 Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1Kg	LM-C-085-2020
	BaroTermohigrometro	LFP-024-2020 / LH-049-2020

7. **OBSERVACIONES:**
- ✓ Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
 - ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura $K=2$, para un nivel de confianza del 95%.
 - ✓ Las desviaciones encontradas durante la calibración han sido corregidas y son menores a los Errores Máximos Permitidos (emp), establecidos en la NMP-003-2009, para este medio de medición.
 - ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
 - ✓ Con fines de identificación se ha colocado un sticker en señal de calibrado.

SELLO



[Handwritten Signature]
 TI. Carlos Baldarrago Bohorquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9 Telf. 054-406987 servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA Movistar: 959665818 - RPM: *543358 http://www.servitecc.com/
 RPC:959172866

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1052-2023

Pág.: 2 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES					
Temp. °C	22.0° C	Hum. Rel.	30%	Presión	572 mmHg
INSPECCIÓN VISUAL					
INDICADOR	TIENE	PLATAFORMA	TIENE		
AJUSTE DE CERO	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE		
ESCALA	NO TIENE	DISP. DE NIVEL	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD					
CARGA L1 =		1000.00	CARGA L2 =		2000.00
Indicación	incred.	Error	Indicación	incred.	Error
g	g	g	g	g	g
999.9	0.06	-0.11	1999.9	0.08	-0.13
999.9	0.04	-0.09	1999.8	0.04	-0.19
1000.0	0.08	-0.03	1999.9	0.07	-0.12
1000.0	0.07	-0.02	1999.8	0.08	-0.23
999.9	0.04	-0.09	1999.9	0.06	-0.11
999.9	0.06	-0.11	1999.9	0.08	-0.13
1000.0	0.05	0.00	1999.8	0.06	-0.21
1000.0	0.08	-0.03	1999.8	0.06	-0.21
999.9	0.06	-0.11	1999.9	0.08	-0.13
1000.0	0.04	0.01	1999.8	0.07	-0.22

Carga Aplicada	E _{max} -E _{min}	emp ± ()
1000.0	0.12	0.2
2000.0	0.12	0.2

Carga Aplicada	CARGA CRECIENTE (I)				CARGA DECRECIENTE (I)				emp ±
	Indicación	incred.	Error	E _c	Indicación	incred.	Error	E _c	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1.0	1.0	0.08	-0.03						0.1
5.0	5.0	0.04	0.01	0.04	4.9	0.06	-0.11	-0.08	0.1
10.0	10.0	0.08	-0.03	0.00	10.0	0.06	-0.01	0.02	0.1
20.0	20.0	0.06	-0.01	0.02	20.0	0.07	-0.02	0.01	0.1
50.0	50.0	0.06	-0.01	0.02	50.0	0.08	-0.03	0.00	0.1
100.0	100.0	0.08	-0.03	0.00	100.0	0.04	0.01	0.04	0.1
200.0	200.0	0.07	-0.02	0.01	200.0	0.06	-0.01	0.02	0.1
500.0	500.1	0.09	0.06	0.09	500.0	0.06	-0.01	0.02	0.1
1000.0	1000.0	0.06	-0.01	0.02	999.9	0.06	-0.11	-0.08	0.2
1500.0	1499.9	0.04	-0.09	-0.06	1499.9	0.08	-0.13	-0.10	0.2
2000.0	1999.9	0.07	-0.12	-0.09	1999.9	0.04	-0.09	-0.06	0.2



N° 005606

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

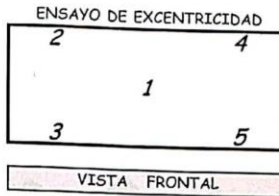
Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Telf. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
http://www.servitecc.com/

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1052-2023

Pág.: 3 de 3



N° 005607

Posición N°	DETERMINACIÓN DEL Eo				DETERMINACIÓN DEL Ec					emp. ± g
	Carga g	Ind. g	Δ L g	Eo g	Carga g	Ind. g	Δ L g	E g	Ec g	
01	1.0	1.0	0.06	-0.01	700.0	700.0	0.06	-0.01	0.00	0.2
02		1.0	0.08	-0.03		700.0	0.04	0.01	0.04	0.2
03		1.0	0.04	0.01		699.9	0.04	-0.09	-0.10	0.2
04		1.0	0.07	-0.02		700.0	0.04	0.01	0.03	0.2
05		1.0	0.06	-0.01		700.0	0.08	-0.03	-0.02	0.2

El valor de pesada mínima para esta balanza es: 5.0 g

Lect. Corregida =	$R + 2.73E-05 \cdot R$
Incer. Expan. =	$2 \cdot \sqrt{4.15E-03 + 2.12E-09 \cdot R^2}$

- R= Lectura, Cualquier indicación obtenida
 I LECTURA DE LA BALANZA
 E ERROR ENCONTRADO
 Eo ERROR EN CERO
 emp ERROR MÁXIMO PERMITIDO (según la clase de exactitud).
- Ec ERROR CORREGIDO
 Δ L CARGA INCREMENTADA

: Procedimiento de Calibración PC-001 "Instrumentos de pesaje de funcionamiento no Automático Clase III y IIII"
 : Procedimiento de Calibración PC-011 "Instrumentos de Pesaje de funcionamiento no automático clase I y II"

fin del documento



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9 Telf. 054-406987 servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
 Alto Selva Alegre - AREQUIPA Movistar: 959665818 - RPM: *543358 http://www.servitecc.com/
 RPC:959172866