

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,
GEOLOGÍA Y CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO
EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

Jose Luis Escarcena Gutierrez

ASESOR:

MSc. Ing. Edward León Palacios

AYACUCHO - PERÚ

2023

Resumen

La presente investigación consiste en mejorar principalmente la resistencia a la flexotracción del concreto simple de un pavimento urbano, al añadir fibras de acero en cantidades de 5, 7.5 y 10 por ciento con respecto al peso del cemento. Para lo cual se utilizaron como materiales de construcción agregados de la cantera Chillico, cemento portland tipo I de la marca Andino, fibras de acero CHO 65/35 NB de la marca SIKA. El diseño de mezcla se realizó con el método ACI 211, y el diseño de pavimento se realizó con la metodología AASHTO 93 y de acuerdo con las normativas peruanas como son la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos (2010) y el Manual de suelos y pavimentos del MTC (2014).

En dicha investigación se realizó el diseño de la mezcla patrón de resistencia especificada $f'c=210$ kg/cm² y de las mezclas con adición de fibras de acero, también se realizaron los ensayos de compresión axial y tracción indirecta a los 7, 14 y 28 días de edad, y el ensayo de flexión a los 28 días de edad, luego se determinó la influencia del uso de fibras de acero en la resistencia a compresión, flexión y tracción del concreto de un pavimento rígido, se obtuvo la proporción óptima de fibras de acero para dicho pavimento, con la finalidad de obtener un pavimento que cumpla con las normas vigentes de diseño de pavimentos y que tenga un menor costo de producción respecto a los pavimentos tradicionales.

Palabras clave : Pavimento rígido urbano, resistencia a la flexotracción, fibras de acero.

Abstract

The present investigation consists of mainly improving the resistance to flexotraction of simple concrete of a rigid urban pavement, by adding steel fibers in proportions of 5%, 7.5% and 10% with respect to the weight of the cement. For which the fine and coarse aggregates from the Chillico Quarry, type I portland cement from the Andino brand, CHO 65/35 NB steel fibers from the SIKA brand were used as construction materials. The mix design was carried out with the ACI 211 method, and the pavement design was carried out with the AASHTO 93 methodology and in accordance with Peruvian regulations such as the Technical Standard CE.010 Urban Pavements (2010) and the Road Manual of the TCM (2014).

In said investigation, the design of the quality standard mixture $f'c=210$ kg/cm² and the mixtures with different proportions of addition of steel fibers were carried out, the compression and traction resistance tests were also carried out at 7, 14 and 28 days of age, and the flexion test at 28 days of age, then the influence of the use of steel fibers on the compression, flexion and traction resistance of the concrete of a rigid pavement was determined, the optimal proportion was obtained of steel fibers for said pavement, in order to obtain a pavement that complies with current pavement design standards and has a lower production cost compared to traditional pavements.

keywords : Urban rigid pavement, flexotraction resistance, steel fibers.

Introducción

En la actualidad el concreto es un material que se usa ampliamente en el mundo de la construcción, debido a sus propiedades físicas y mecánicas. Por ello hay un notable interés de mejorar estas propiedades del concreto y economizar su costo a corto, mediano y largo plazo. Razón por la cual con esta investigación se pretende dar una alternativa de solución a este interés.

Este trabajo de investigación consta de cinco capítulos. Capítulo I: Planteamiento del Problema, que incluye la descripción, delimitación y formulación del problema, a demás incluye la justificación e importancia, las limitaciones, y los objetivos de la investigación. En el Capítulo II: Marco Teórico, que incluye antecedentes internacionales y nacionales, bases teóricas y el marco conceptual. En el Capítulo III: Método de la Investigación, que incluye enfoque, alcance, diseño de investigación, población y muestra, hipótesis, operacionalización de variables, técnicas e instrumentos y el desarrollo del trabajo de tesis. En el Capítulo IV: Resultados, que incluye análisis de resultados, contrastación de la hipótesis, diseño del pavimento y el costos del pavimento. En el Capítulo V: Conclusiones, que incluye conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros. A demás, consta de la bibliografía y los anexos.

A mis padres quienes me apoyaron incondicionalmente

*A mis amigos y amigas con quienes compartimos momentos
de vida.*

Agradecimientos

Al MSc. Ing. Edward León Palacios, por su apoyo brindado en el asesoramiento de esta investigación.

A mis jurados el Mg. Ing. Hermes Quispe Cuadros y al Ing. Carlos García Saez , por las sugerencias, recomendaciones y orientaciones brindados durante la elaboración de esta investigación.

Al Ing. Carlos Cuadros, supervisor de la Obra donde se obtuvieron las mezclas del concreto patrón e información técnica para el desarrollo de la siguiente investigación.

A mis amigos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNSCH por las sugerencias brindadas durante esta investigación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

AYACUCHO, FEBRERO DEL 2023

JOSÉ LUIS ESCARCENA GUTIÉRREZ

Índice General

Resumen	ii
Introducción	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice General	vii
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xii
Lista de Siglas o Acrónimos	xiv
Símbolos	xv
Capítulo I	
Planteamiento del Problema	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Delimitación del problema	2
1.2.1. Espacial	2
1.2.2. Temporal	2
1.2.3. Temática y unidad de análisis	2
1.3. Formulación del problema	2
1.3.1. Problema general	2
1.3.2. Problemas específicos	2
1.4. Justificación e importancia	3
1.4.1. Justificación	3
1.4.2. Importancia	3
1.5. Limitaciones de la investigación	3
1.6. Objetivos	4
1.6.1. Objetivo general	4
1.6.2. Objetivos específicos	4
Capítulo II	
Marco Teórico	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Investigaciones internacionales	5
2.1.2. Investigaciones nacionales	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Pavimentos	9
2.2.1.1. Tipos pavimentos	10

2.2.2. El concreto.	11
2.2.2.1. Propiedades del concreto.	12
2.2.2.2. Concreto reforzado con fibras	14
2.2.2.3. Ensayos para determinar la resistencia del concreto..	14
2.2.3. Fibras de acero	19
2.2.3.1. Propiedades de las fibras de acero.	20
2.2.3.2. Clasificación de las fibras de acero..	20
2.2.3.3. Aplicación de las fibras de acero.	21
2.2.4. Acero.....	21
2.2.4.1. Clasificación de aceros.	22
2.3. Marco conceptual.....	24
Capítulo III	
Método de la Investigación	26
3.1. Enfoque	26
3.2. Alcance	26
3.3. Diseño de investigación.	26
3.4. Población y muestra	27
3.4.1. Población..	27
3.4.2. Muestra	27
3.5. Hipótesis	27
3.5.1. Hipótesis general	27
3.5.2. Hipótesis específicas	27
3.6. Operacionalización de variables	27
3.6.1. Variables.	27
3.6.2. Indicadores.	28
3.7. Técnicas e instrumentos	28
3.7.1. Técnica de recolección de datos.	28
3.7.2. Instrumentos de recolección de datos.	28
3.7.3. Técnicas para el procesamiento de la información.	28
3.8. Desarrollo del trabajo de tesis	29
Capítulo IV	
Resultados	30
4.1. Análisis de resultados	30
4.1.1. Dosificación y preparación de muestras	30
4.1.2. Ensayos de compresión axial	32
4.1.3. Ensayos de tracción indirecta.	35
4.1.4. Ensayos de flexión.	38

4.2. Contrastación de la hipótesis	41
4.2.1. Prueba de hipótesis para la resistencia a la Compresión	42
4.2.1.1. Prueba de normalidad	42
4.2.1.2. Contrastación de la hipótesis	43
4.2.2. Prueba de hipótesis para la resistencia a la tracción	44
4.2.2.1. Prueba de normalidad	44
4.2.2.2. Contrastación de la hipótesis	45
4.2.3. Prueba de hipótesis para la resistencia a la flexión	46
4.2.3.1. Prueba de normalidad	46
4.2.3.2. Contrastación de la hipótesis	47
4.3. Diseño del pavimento	48
4.3.1. Comparación de resultados del diseño	48
4.4. Costos del pavimento	49
4.4.1. Comparación de costos	49
Capítulo V	
Conclusiones	54
5.1. Conclusiones	54
Recomendaciones	55
5.2. Recomendaciones	55
5.3. Trabajos futuros	56
Trabajos futuros	56
Bibliografía	57
Anexo A	
Tablas de ensayo de laboratorio	58
A.1. Ensayo a la compresión axial del concreto (NTP 339.034 / MTC E 704)	58
A.2. Ensayo a la tracción indirecta del concreto (MTC E 708)	65
A.3. Ensayo a la flexión del concreto (NTP 339.078 / MTC E 709)	72
Anexo B	
Panel fotográfico	74
Anexo C	
Costo del pavimento	86
C.1. Costo del pavimento sin considerar fibras de acero	86
C.2. Costo del pavimento considerando fibras de acero	87
Anexo D	
Resultados de Laboratorio	89
Anexo E	
Cotización	143

Índice de Figuras

Figura 1	Estructura y transmisión de cargas de un pavimento.	10
Figura 2	Estructura de un pavimento flexible.	10
Figura 3	Estructura de un pavimento rígido.	11
Figura 4	Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto.	12
Figura 5	Esquema de los tipos de falla en los ensayos de Compresión Axial.	15
Figura 6	Esquema de esfuerzos del ensayo de tracción indirecta.	16
Figura 7	Esquema de un equipo para el ensayo de flexión del concreto usando una viga simplemente apoyada y cargada a lo tercios de su luz.	18
Figura 8	Longitud nominal de la fibra.	19
Figura 9	Diámetro equivalente de una fibra de acero.	19
Figura 10	Diagrama de desarrollo del trabajo de tesis.	29
Figura 11	Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD1(5% FA).	33
Figura 12	Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD2 (7.5% FA).	33
Figura 13	Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD3 (10% FA).	34
Figura 14	Cambios en la resistencia a la compresión de los grupos de control.	35
Figura 15	Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD1 (5% FA).	36
Figura 16	Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD2 (7.5% FA).	37
Figura 17	Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD3 (10% FA).	37
Figura 18	Cambios en la resistencia a la tracción de los grupos de control.	38
Figura 19	Comparación de la resistencia a flexión: MDE – MD1 (5% FA).	39
Figura 20	Comparación de la resistencia a flexión: MDE – MD2 (7.5% FA).	39
Figura 21	Comparación de la resistencia a flexión: MDE – MD3 (10% FA).	40
Figura 22	Cambios en la resistencia a la flexión de los grupos de control.	41
Figura B.1	Agregados de la Cantera Chillico puesto en Obra.	74
Figura B.2	Llenado de concreto en el cono de Abrams, y medición del asentamiento (slump).	74
Figura B.3	Vaciado de concreto de pavimento en la Primera cuadra del Jr. Pikimachay.	75
Figura B.4	Obtención de muestra para la elaboración de los testigos de concreto patrón, en la Primera cuadra del Jr. Pikimachay.	75
Figura B.5	Preparado del concreto adicionando fibras de acero en 5 % respecto al peso del cemento.	76
Figura B.6	Obtención de testigos de concreto adicionado con fibras de acero en 5 % respecto al peso de cemento.	76

Figura B.7 Preparado del concreto adicionando fibras de acero en 7.5 % respecto al peso del cemento.	77
Figura B.8 Obtención de testigos de concreto adicionado con fibras de acero en 7.5 % respecto al peso de cemento.	77
Figura B.9 Preparado del concreto adicionando fibras de acero en 10 % respecto al peso del cemento.	78
Figura B.10 Obtención de testigos de concreto adicionado con fibras de acero en 10 % respecto al peso de cemento.	78
Figura B.1 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 7 días.	79
Figura B.1 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 14 días.	79
Figura B.1 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 28 días.	80
Figura B.1 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 5 % del peso de cemento, edad 28 días	80
Figura B.1 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 7.5 % del peso de cemento, edad 28 días	81
Figura B.1 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 10 % del peso de cemento, edad 28 días	81
Figura B.1 Rotura a la flexión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 28 días.	82
Figura B.1 Rotura a la flexión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 5 % del peso de cemento, edad 28 días	82
Figura B.1 Rotura a la flexión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 7.5 % del peso de cemento, edad 28 días	83
Figura B.2 Rotura a la flexión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 10 % del peso de cemento, edad 28 días	83
Figura B.2 Rotura a la tracción de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 28 días.	84
Figura B.2 Rotura a la tracción de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 5 % del peso de cemento, edad 28 días	84
Figura B.2 Rotura a la tracción de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 7.5 % del peso de cemento, edad 28 días	85
Figura B.2 Rotura a la tracción de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 10 % del peso de cemento, edad 28 días	85

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Propiedades generales de las fibras de acero.</i>	20
Tabla 2	<i>Propiedades de las fibras de acero usado en la presente investigación.</i>	21
Tabla 3	<i>Delimitación entre los aceros no aleados y aceros aleados</i>	23
Tabla 4	<i>Clases de acero según la norma ASTM.</i>	24
Tabla 5	<i>Variables e indicadores.</i>	28
Tabla 6	<i>Resultados de los ensayos de compresión axial.</i>	34
Tabla 7	<i>Resultados de los ensayos de tracción indirecta.</i>	38
Tabla 8	<i>Resultados de los ensayos de flexión.</i>	40
Tabla 9	<i>Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión.</i>	43
Tabla 10	<i>Pruebas de contrastación de hipótesis para la resistencia a la compresión.</i>	44
Tabla 11	<i>Pruebas de normalidad para la resistencia a la tracción.</i>	45
Tabla 12	<i>Pruebas de contrastación de hipótesis para la resistencia a la tracción.</i>	46
Tabla 13	<i>Pruebas de normalidad para la resistencia a la flexión.</i>	47
Tabla 14	<i>Pruebas de contrastación de hipótesis para la resistencia a la flexión.</i>	48
Tabla 15	<i>Resultados del diseño de pavimentos.</i>	49
Tabla 16	<i>Análisis de precios unitarios sin fibra.</i>	50
Tabla 17	<i>Análisis de precios unitarios con fibra</i>	51
Tabla 18	<i>Presupuesto sin fibra.</i>	51
Tabla 19	<i>Presupuesto con fibra</i>	52
Tabla 20	<i>Comparación de metrados.</i>	53
Tabla A.1	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, sin fibra, edad 7 días.</i>	58
Tabla A.2	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, sin fibra, edad 14 días.</i> . . .	59
Tabla A.3	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, sin fibra, edad 28 días.</i> . . .	59
Tabla A.4	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 7 días.</i> . . .	60
Tabla A.5	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 14 días.</i> . .	60
Tabla A.6	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 28 días.</i> . .	61
Tabla A.7	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 7 días.</i> . .	61
Tabla A.8	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 14 días.</i> .	62
Tabla A.9	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 28 días.</i> .	62
Tabla A.10	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 7 días.</i> . .	63
Tabla A.11	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 14 días.</i> .	63
Tabla A.12	<i>Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 28 días.</i> .	64
Tabla A.13	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, sin fibra, edad 7 días.</i>	65
Tabla A.14	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, sin fibra, edad 14 días.</i>	66
Tabla A.15	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, sin fibra, edad 28 días.</i>	66

Tabla A.16	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 7 días.</i>	67
Tabla A.17	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 14 días.</i>	67
Tabla A.18	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 28 días.</i>	68
Tabla A.19	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 7 días.</i>	68
Tabla A.20	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 14 días.</i>	69
Tabla A.21	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 28 días.</i>	69
Tabla A.22	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 7 días.</i>	70
Tabla A.23	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 14 días.</i>	70
Tabla A.24	<i>Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 28 días.</i>	71
Tabla A.25	<i>Rotura a la flexión de los testigos de concreto, sin fibra, edad 28 días.</i>	72
Tabla A.26	<i>Rotura a la flexión de los testigos de concreto, 5 % fibra, edad 28 días.</i>	72
Tabla A.27	<i>Rotura a la flexión de los testigos de concreto, 7.5 % fibra, edad 28 días.</i>	73
Tabla A.28	<i>Rotura a la flexión de los testigos de concreto, 10 % fibra, edad 28 días.</i>	73
Tabla C.29	<i>Presupuesto</i>	86
Tabla C.30	<i>Análisis de precios unitarios</i>	87
Tabla C.31	<i>Presupuesto</i>	87
Tabla C.32	<i>Análisis de precios unitarios</i>	88

Lista de Siglas o Acrónimos

AASHTO : American Association of State Highways and Transit Officials

ACI : American Concrete Institute

ASTM : American Society for Testing and Materials

CBR : Californian Bearing Ratio

E : Espesor de la losa del pavimento

ISO : International Organization for Standardization

MDE : Muestra de concreto patrón

MO : Mano de obra

MTC : Ministerio de Transporte y Comunicaciones

NTP : Norma Técnica Peruana

Símbolos

FA Fibras de acero

mm Milímetros

Mr Módulo de rotura del concreto [Kg/cm²]

Mpa Megapascales

λ Relación de aspecto de la fibra

F'c Resistencia a la compresión del concreto [Kg/cm²]

T Resistencia a la tracción del concreto [Kg/cm²]

Capítulo I

Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del problema

Los problemas más comunes en los pavimentos rígidos son grietas y fisuras que sobresalen en las vías con tráfico vehicular, como son las calles de la Asociación 16 de Abril del Distrito de Ayacucho, ya que en este caso particular viene hacer la población de estudio de esta investigación. Se construye y amplía en caso de sobrecarga repetida del pavimento desde el suelo hasta la parte superior de la losa de concreto o la sobrecarga esperada del vehículo. Dando lugar a que el agua pueda entrar a través de estas fisuras o grietas, dañando la superficie del pavimento y causando serios defectos en el concreto. Esto da como resultado daños en el pavimento a corto plazo, mayores costos de mantenimiento y menor comodidad y seguridad del tráfico de vehículos.

En la ejecución de pavimentos rígidos, es notorio que el concreto simple tiene baja resistencia a la flexotracción. Debido a ello existen soluciones tradicionales al problema de la baja resistencia a la flexión del concreto, como reforzar una losa de concreto con barras de acero corrugado o aumentar su espesor para reducir la tensión de tracción y así hacer una losa de concreto. Sin embargo, estudios nacionales e internacionales han demostrado que el concreto en combinación con otros tipos de refuerzo como son las fibras mejoran su resistencia a la flexión y la durabilidad del concreto. Resultando una alternativa que ahorra tiempo y dinero a las tradicionales losas de concreto armado o losas de concretos sin refuerzos pero de espesores considerables.

En la ciudad de Ayacucho actualmente, hay poca realización de estudios de pavimentos fibroreforzados, y peor aún cuando se trata de una investigación sobre la incorporación de fibras de acero como refuerzo en la losa de concreto de pavimentos rígidos urbanos de vías locales, colectoras o arteriales, dejando un vacío por estudiar en estos tipos de vías, que en sí forman la gran mayoría de calles de nuestra ciudad.

1.2 Delimitación del problema.

1.2.1 Espacial.

Este estudio se enmarca en los pavimentos rígidos de las calles de la Asociación 16 de abril del Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho, construidos con agregados de la Cantera "Chillico" (Huamanga-Ayacucho).

1.2.2 Temporal.

Este estudio se desarrolló durante el mes de mayo al mes de setiembre del 2022.

1.2.3 Temática y unidad de análisis.

Con esta investigación se pretende estudiar las influencias de añadir fibras de acero en diferentes proporciones al concreto simple de un pavimento rígido.

1.3 Formulación del problema.

1.3.1 Problema general.

¿Cómo influye el uso de fibras de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022?

1.3.2 Problemas específicos.

- a) ¿De qué manera influye el uso de fibras de acero en la resistencia a compresión, flexión y tracción del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022?
- b) ¿Cuál será la proporción óptima de fibras de acero adicionado al concreto del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022?
- c) ¿De qué manera influye el uso de fibras de acero en el costo de producción del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022?

1.4 Justificación e importancia.

1.4.1 Justificación.

La infraestructura de vías vehiculares es uno de los elementos necesarios y fundamentales para el bienestar de los pobladores e impulsar el desarrollo económico sostenible del país. De ahí la justificación de estos proyectos para pavimentar vías vehiculares.

La mayoría de los principales problemas de un pavimento rígido tradicional es su vida útil que tan sólo van desde los 20 a los 30 años y su costo de mantenimiento, pese a que para su construcción ya se ocasionó un costo considerable frente a otros tipos de pavimentos; debido a este problema, una de las alternativas para prolongar la durabilidad de estas vías es la utilización de pavimento rígido de concreto reforzado con fibras de acero.

Este estudio analizará las influencias de las fibras de acero sobre las propiedades mecánicas del concreto mediante ensayos de laboratorios normados. Que cuyos resultados también servirán a los estudiantes e ingenieros para ayudar con la orientación al diseñar pisos de concreto.

1.4.2 Importancia.

En la actualidad hay un interés muy importante de encontrar un concreto liviano que pueda reemplazar al concreto tradicional. Esta investigación es importante, ya que es una de las alternativas modernas para crear concretos más resistentes y durables, que puedan disminuir parcialmente los materiales de construcción al reducir las dimensiones de los elementos creados con concreto simple, o sustituir en algunos casos al acero de refuerzo que demanda un aumento de la mano de obra. Por lo tanto, esta tesis es importante por que enfoca nuevas soluciones para encontrar pavimentos rígidos más resistentes, durables y económicos.

1.5 Limitaciones de la investigación.

En esta investigación tenemos las siguientes limitaciones:

- Escasos estudios de pavimentos rígidos adicionados con fibras de acero en la ciudad de Ayacucho, y peor aún en pavimentos rígidos urbanos de vías locales, colectoras o arteriales.
- El aspecto económico para poder realizar una muestra considerable de ensayos de

laboratorio.

1.6 Objetivos.

1.6.1 Objetivo general.

Determinar la influencia del uso de fibras de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022.

1.6.2 Objetivos específicos.

- a) Determinar la influencia del uso de fibras de acero en la resistencia a compresión, flexión y tracción del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022.
- b) Determinar la proporción óptima de fibras de acero adicionado al concreto del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022.
- c) Analizar la factibilidad económica para su implementación en la Ciudad de Ayacucho.

Capítulo II

Marco Teórico.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Investigaciones internacionales.

Murthi, Poongodi, Gobinath (2020) en su artículo científico para el Centro de Métodos y Materiales de Construcción, SR Engineering College, Warangal, India: “Correlation between rebound hammer number and mechanical properties of steel fibre reinforced pavement quality concrete. (Correlación entre el número de martillos de rebote y las propiedades mecánicas del concreto de calidad de pavimento reforzado con fibra de acero)” tuvo como objetivo evaluar el impacto del concreto de calidad de pavimento mezclado en polvo de granito reforzado con fibra de acero (PQC) con referencia a ensayos destructivos y no destructivos del concreto. En este estudio se utilizó concreto de grado M35. La cantidad de polvo de granito (GP) mezclado en este concreto se fijó en un 10 % a partir de los resultados obtenidos en estudios anteriores. Con el fin de mejorar el desempeño del PQC, la fibra de acero se agregó al concreto al 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25 y 1.5 % por volumen de concreto. El rendimiento del concreto endurecido se examinó en términos de resistencia a la compresión, ensayo de rebote con martillo y resistencia a la flexión.

La adición de polvo de granito mejora marginalmente el rendimiento de resistencia del concreto. Los resultados mostraron que la adición de fibra de acero provoca la reducción del valor de asentamiento, pero mejora las propiedades mecánicas hasta un 1,1 % de adición de fibras en el concreto. Se desarrolló la correlación entre el número de martillos de rebote, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del PQC mezclado con polvo de granito.

Babar Ali, Liaqat Ali, Kurda (2020), en su artículo científico para la Universidad

Islamabad, Sahiwal, Pakistan: “Environmental and economic benefits of steel, glass, and polypropylene fiber reinforced cement composite application in jointed plain concrete pavement. (Beneficios ambientales y económicos de la aplicación de compuestos de cemento reforzado con fibra de acero, vidrio y polipropileno en pavimentos de concreto liso con juntas.)”, donde se observó que el concreto simple convencional (PC) conduce a un diseño de gran espesor cuando se utiliza en aplicaciones donde se requiere una alta resistencia a la flexión. Por lo tanto, para minimizar el consumo de recursos naturales y evitar grandes espesores de diseño, es fundamental mejorar la resistencia a la flexión del PC mediante el uso de materiales complementarios, es decir, varillas de acero, fibras. Este estudio evaluó el comportamiento medioambiental y económico de los pavimentos diseñados con diferentes compuestos de concreto fibroso (FCC). Los FCC se fabricaron incorporando fracciones en volumen de 0.5 y 1.0 % de fibra de vidrio (GF), fibra de acero en forma de gancho (HSF) y fibra de polipropileno (PPF) en el concreto de resistencia normal (C30). Inicialmente, se evaluaron las propiedades de flexión de los FCC y luego estas propiedades se utilizaron para diseñar el espesor del pavimento de concreto simple articulado (JPCP). Utilizando el costo y las emisiones de carbono por metro cúbico de cada mezcla de concreto, se estimó el desempeño ambiental y económico de la construcción de JPCP. El rendimiento de diferentes FCC en el JPCP se comparó con el de la PC convencional. Los resultados de las pruebas mecánicas mostraron que HSF-FCC supera a PPF-FCC y GF-FCC por un margen significativo. A pesar de un rendimiento mecánico inferior en comparación con HSF-FCC, tanto PPF-FCC como GF-FCC son muy efectivos para reducir la huella de carbono y el costo de JPCP. Los JPCP con GF-FCC y PPF-FCC también son ecológicos y económicos que los JPCP con PC convencional para la misma capacidad de carga. En general, FCC puede producir pavimentos más baratos y ecológicos en comparación con el PC convencional si la dosis y el tipo de fibra se eligen correctamente como se recomienda en este estudio.

Flor, Robalino, López, Cabrera y Arroyo (2019) en su artículo científico para la Universidad de Guayaquil: “Determinación de cantidad óptima de Fibra de Acero para la elaboración de Concreto de Cemento Portland para losas de Pavimentos Rígidos”, se sabe que el concreto con un módulo de rotura de 4,5 MPa con adición de fibras acero ocupa una posición importante debido a su excelente desempeño en respuesta a las demandas de la industria

de la construcción. El Concreto Reforzado con Fibras de Acero (HRFA) es un concreto compuesto por cemento hidráulico, árido fino, árido grueso, agua, aditivos y fibras cortas (Dramix 80/60), que mejora el rendimiento físico y mecánico del concreto. El trabajo en curso tiene en cuenta las propiedades del concreto como de las fibras de acero y se basa en las normas nacionales MTOP 2002, NEVI 12, INEN y normas internacional ASTM, ACI.

Los ensayos experimentales se basan en la determinación de la resistencia del concreto ($f'c = 350 \text{ kg / cm}^2$), con tamaño máximo nominal del agregado 3/4 pulgadas y adición de fibra (Dramix 60/80) en especímenes cilíndricos y prismáticos.

Para el ensayo se elaboró quince muestras utilizando diversas cantidades de aditivo (5, 10, 20, 30, 40) kilogramos de fibra por metro cúbico de concreto. Obteniéndose como resultado un incremento en la resistencia a compresión de 5.99% respecto al concreto convencional ($f'c$ especificada de 350 kg/cm^2), y un incremento de 35 % en su resistencia a flexión respecto al concreto convencional (M_r especificada de 4.5 Mpa), y concluyéndose que la cantidad óptima de fibras de acero es de 20 kg/m^3 , para dicho concreto convencional.

2.1.2 Investigaciones nacionales.

Vargas y Yataco (2020), en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Ricardo Palma: “Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos”, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de los materiales de acero y las fibras de polipropileno sobre la resistencia a la flexión del concreto de cimentación de concreto se evaluó a través de estudios nacionales e internacionales para proporcionar una alternativa para mejorar la resistencia a la flexión y reducir la aparición de grietas en el concreto.

Luego el poder brindar un cierto nivel de servicio para toda la vida. Se desarrolló el análisis estadístico de los resultados de las pruebas de resistencia a la flexión del concreto se basa en un estudio validado para determinar la relación entre la tasa de aumento de la resistencia a la flexión del concreto y la capacidad de las fibras de acero y polipropileno. El análisis estadístico mostró que la tasa de aumento de la resistencia máxima a la flexión del concreto aumentó en un 37 % a una dosis óptima de 37 kg / m^3 de fibra de acero, un 18 % a una dosis óptima de 5 kg / m^3 de fibra de polipropileno y finalmente un 12 %, se encontró una correlación significativa entre la cantidad de fibras adicionales por metro cúbico de fibras finas de polipropileno por metro cúbico y el aumento de la resistencia a la

flexión del concreto. De manera similar, la composición fibrosa tiene la capacidad deseada, preferiblemente por encima de esta capacidad, y la resistencia a la flexión del concreto ya no aumenta.

Miranda y Rado (2019), es tu trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: “Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac.”, cuyo objetivo es introducir el concreto fibroreforzado como una alternativa en la construcción de pavimentos. Los problemas comunes de un pavimento rígido como son la fisuración, economizar costos, incrementar la calidad, minimizar el consumo de materiales para mejorar la sostenibilidad ambiental y social, obligan ha realizar estudios e investigaciones de aditivos que se agregan al concreto como tambien los diferentes tipos de refuerzos. El propósito de este estudio es obtener la mezcla más efectiva de acuerdo con los requisitos de la documentación técnica para su implementación proponiendo concreto armado con fibra de acero y cemento puzolana para la producción de pavimento rígidos para incorporar a los proyectos de pavimentación en la provincia de Grau de la región de Apurimac.

Aureliano (2018), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, titulado “Influencia de Acero Trefilado y Plastificante en el Mejoramiento de Flexión y Compresión del Concreto Usado Para Pavimentos Rígidos, Trujillo, 2018.”, cuyo objetivo general fue determinar la influencia del acero trefilado y el plastificante sobre el concreto para su mejoramiento de resistencia a flexión y compresión, y los principales resultados de esta investigación fue, que con la incorporación de 1 % de plastificante y 20 kg de acero trefilado por metro cúbico de concreto, se redujo el agua en un 30 % , y se incrementó la resistencia a la compresión a 378 kg/cm² de 280 kg/cm² que era la resistencia del concreto patrón y la resistencia a flexión a 79 kg/cm² de 44 kg/cm² que era la resistencia del concreto patrón.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Pavimentos.

El pavimento es una estructura constituida por varias capas y construidas sobre la sub rasante con el propósito de resistir y distribuir la carga de las llantas de los vehículos de tal manera que no exceder la capacidad portante de la subrasante.

La estructura del pavimento tiene que tener la capacidad de proporcionar:

- Seguridad y confort en el manejo.
- Resistencia adecuada al ahuellamiento, deslizamiento y agrietamiento.
- Nivel adecuado de reflexión de la luz y bajo nivel de ruido.

Generalmente el pavimento esta constituido por las sigientes capas:

- **Capa de rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo vituminoso (flexible) o de concreto (rígido) o de adoquines (semirrígido), cuya función es sostener directamente el tránsito (Manual de carreteras del MTC, 2014).
- **Base:** Es la capa inferior a la capa de rodadura, cuya principal función es sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante con CBR mayor o igual al 80% o será tratada con asfalto, cal o cemento (Manual de carreteras del MTC, 2014).
- **Sub base:** Es la capa que soporta a la base y a la capa de rodadura. Además se utiliza como una capa de drenaje y controlador de la capilaridad de agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular con un CBR mayor o igual al 40% o tratada con asfalto, cal o cemento (Manual de carreteras del MTC, 2014).

En el caso de vías urbanas esta capa tendrá un CBR mayor o igual al 30% (Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010)

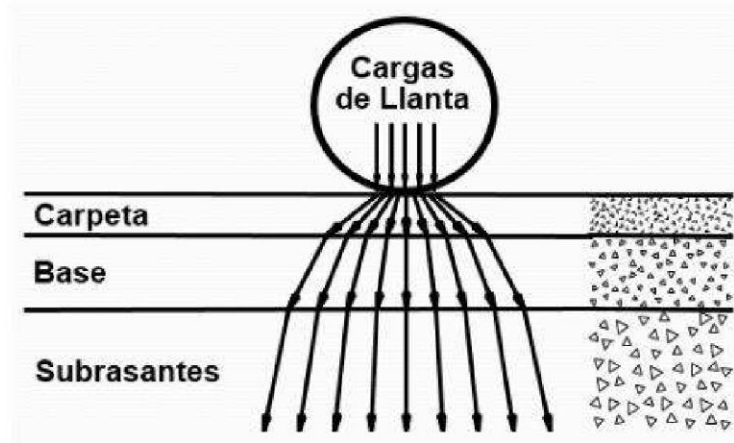


Figura 1 Estructura y transmisión de cargas de un pavimento.
Fuente: Obtenido de Sotil (2013).

2.2.1.1 Tipos pavimentos.

Existen básicamente tres tipos de pavimentos: Flexible, rígido y semirrígido, por lo cual a continuación describiremos los más importantes.

Pavimento Flexible

El pavimento flexible está constituido por dos capas granulares (una base, y una sub base que viene hacer una capa de drenaje debajo de la base) y una capa de rodadura asfáltica (mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimento, macadam asfálticos, mezclas asfálticas en frío, mezclas asfálticas en caliente, etc.).

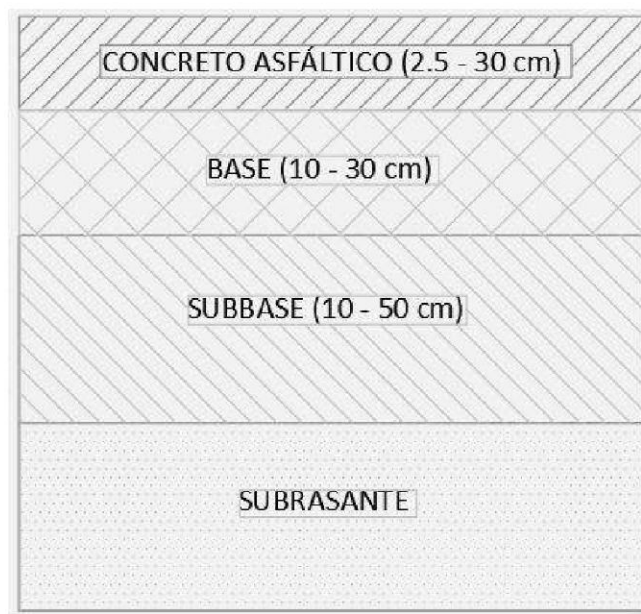


Figura 2 Estructura de un pavimento flexible.
Fuente: Adaptado de Sotil (2013).

Pavimento Rígido

El pavimento rígido está constituido por una capa granular (subbase) y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico.

Según el Manual de carreteras del MTC (2014), la losa, debido a su naturaleza rígida, absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante.

Existen tres tipos de pavimentos rígidos:

- Pavimentos de concreto simple con juntas.
- Pavimentos de concreto con juntas y reforzado con mallas o fibras de acero.
- Pavimentos de concreto reforzados continuamente.

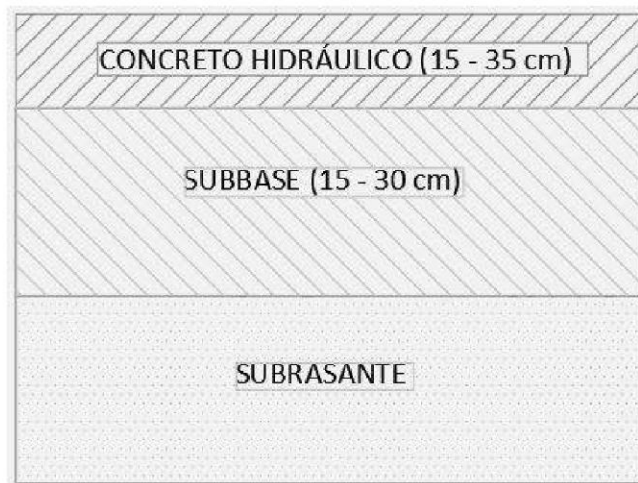


Figura 3 Estructura de un pavimento rígido.

Fuente: Adaptado de Sotil (2013).

2.2.2 El concreto.

Mezcla de cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso, agua y en ciertas ocasiones aditivos, que inicialmente tiene una estructura plástica que puede ser moldeada, y que posteriormente adquiere una estructura rígida con propiedades resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción (Pasquel, 1998).

La calidad final del concreto depende esencialmente del conocimiento del material y de la calidad profesional responsable. Ya que se debe conocer a plenitud los aspectos más importantes que influyen en la calidad del concreto como son: su naturaleza, los materiales, las propiedades, la selección de las proporciones, los procesos de puesta en obra, el control de calidad e inspección, y el mantenimiento del concreto como elementos estructural (Rivva,

2013).

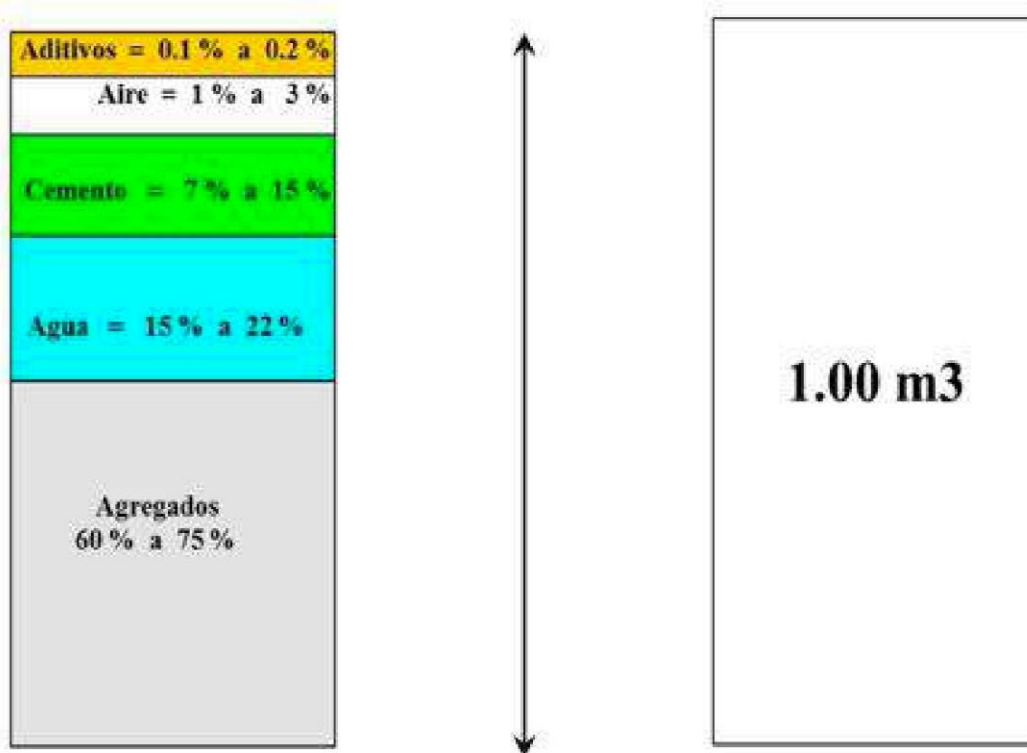


Figura 4 Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto.

Fuente: Obtenido de: Pasquel (1998).

2.2.2.1 Propiedades del concreto.

Entre las propiedades del concreto tenemos las propiedades en estado plástico que son: trabajabilidad, consistencia, segregación, exudación y contracción; así como las propiedades en estado endurecido que son: elasticidad, resistencia, extensibilidad, impermeabilidad y durabilidad.

Resistencia a la compresión del concreto: Esfuerzo máximo que presenta el concreto a la compresión sin romperse (E060- RNE).

Resistencia a la tracción del concreto: Es la resistencia que el concreto es capaz de resistir bajo una carga axial de tracción, basada en el área de la sección transversal del espécimen antes de la carga.

La resistencia a tracción del concreto define varios parámetros importantes como la fisuración, el esfuerzo cortante, la adherencia de las armaduras, etc. En caso de pavimentos, resulta más interesante el conocimiento de la resistencia a la tracción que la de compresión, por reflejar mejor ciertas cualidades, como la calidad y limpieza de los árido (Jiménez, et al., 2001).

Obtener el valor exacto de la resistencia a tracción es totalmente complejo, existiendo varias propuestas para obtener este valor al relacionarla con la resistencia a compresión del concreto. Incluso el ensayo de tracción directa resulta muy complicado en cualquier laboratorio, por lo que necesariamente para obtener este valor se usa el ensayo de tracción indirecta o el ensayo por flexión (flextracción). Los resultados de los ensayos de tracción indirecta se cree que son una buena medida de la resistencia a tracción del concreto.

Cuando los criterios de diseño requieran el empleo del valor de la resistencia a la tracción del concreto, deben de realizarse ensayos de laboratorio (ACI 318, 2005).

El valor de T oscila entre $1.59 \sqrt{f'c}$ y $2.2 \sqrt{f'c}$, para concreto normales. Pero generalmente se toma $T=1.6 \sqrt{f'c}$.

Para concretos de resistencias entre los 30 Mpa (307 kg/cm²) y los 35 MPa (358 kg/cm²)
 $T = 6\%(f'c)$

Donde:

T : Resistencia a la tracción del concreto (kg/cm²)

$f'c$: Resistencia a la compresión del concreto(kg/cm²)

Resistencia a la flexión del concreto: Es la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Este es el esfuerzo de tracción debido a la flexión de la fibra extrema bajo la carga de rotura según el método de prueba AASHTO-T-97, cuyo equivalente es ASTM C 78. La resistencia a la flexión también se le conoce como la resistencia a la flexotracción del concreto. La resistencia a flexión se expresa en términos del módulo de rotura (M_r) y se determina mediante el ensayo ASTM C78, si la carga se aplica en los puntos tercios de la luz libre de la viga; o mediante el ensayo ASTM C293, si la carga se aplica en el centro de la luz de la viga. El módulo de rotura determinado por el método del ensayo ASTM C78 es menor que el módulo de rotura obtenido por el método del ensayo ASTM C293. Las muestras de prueba son vigas de concreto de sección transversal de 6 x 6 pulgadas y con luz de 21 pulgadas, que se apoyan en un par de soportes con 18 pulgadas de distancia (luz libre).

El código ACI 363, sugiere la relación entre la resistencia a la compresión del concreto y el módulo de rotura: $M_r = a \sqrt{f'c}$. Asimismo la relación entre resistencia a la tracción y el módulo de rotura: M_r oscila entre 1.25T a 1.50T

Donde:

a : Cuyo valor varía entre 1.99 y 3.18

Mr: Módulo de rotura del concreto (kg/cm²)

F'c: Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²)

T: Resistencia a la tracción del concreto (kg/cm²)

2.2.2.2 Concreto reforzado con fibras

El concreto reforzado con fibra se define como concreto con fibras cada vez más cortas y distribuidas aleatoriamente por toda la masa. Según lo define el ACI, el concreto reforzado con fibra no es más que concreto cementoso hidráulico compuesto de agregados finos, gruesos y fibras sueltas.

Proporciona una alta energía de frenado por razones estructurales y puede requerir el reemplazo parcial o completo del refuerzo en algunas aplicaciones. En ausencia del rendimiento estructural de la fibra, se mejoran algunas propiedades, como la fricción, el control de la contracción inducida por golpes y una mejor resistencia al fuego.

Las fibras se utilizan con fines estructurales y brindan beneficios adicionales en términos de reducción de mano de obra, mayor vida útil y reducción o eliminación del refuerzo existente. El concreto soporta la tensión de tracción transferida a las fibras después de las microfisuras y controla la fisuración para reducir la resistencia y mejorar la durabilidad. Básicamente, dependiendo del tipo y clase de fibra, se determina la eficiencia del trabajo de refuerzo y la eficiencia de transmisión. En la actualidad, se utilizan muchos tipos diferentes de fibras.

2.2.2.3 Ensayos para determinar la resistencia del concreto.

Ensayo de compresión axial

El ensayo para determinar la resistencia a compresión del concreto se hizo en base al Manual de ensayos de materiales del MTC (2016), específicamente teniendo en cuenta la norma MTC E 704, la cual establece el procedimiento de ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto y se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³, y que tiene como referencias a las Normas ASTM C 39 y NTP 339.034. La cual consiste en aplicar una carga axial de compresión al espécimen, a una velocidad determinada, hasta que se presente la falla. La resistencia a compresión del concreto se determina dividiendo la carga que ocasionó la falla por el área de la sección transversal de éste.

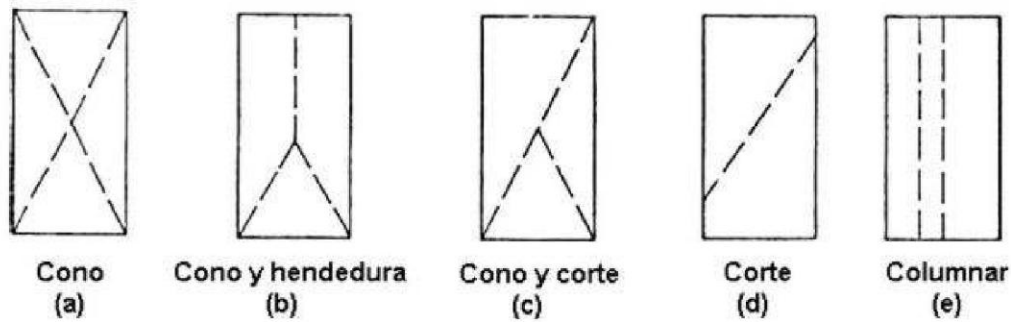


Figura 5 Esquema de los tipos de falla en los ensayos de Compresión Axial.

Fuente: Tomado de la Norma MTC E 704 (2016).

Procedimiento:

- Los ensayos de los especímenes se hicieron en condición húmeda, para ello se recubrieron a éstos con una lona mojada durante el periodo de remoción del lugar de curado hasta el momento de su ensayo.
- Se realizaron los ensayos de los especímenes a las edades de 7, 14 y 28 días.
- Se miden y registran los parámetros del espécimen antes de ser colocados a la máquina.
- Se coloca el espécimen sobre el bloque inferior de la máquina, alineándolo cuidadosamente el eje de éste con el centro de presión del bloque superior.
- Se aplica la carga a una velocidad continua, hasta el indicador señale que ésta comienza a decrecer de manera continua.
- Se registra la carga máxima soportada por el espécimen..

Ensayo de tracción indirecta

El ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto se hizo en base al Manual de ensayos de materiales del MTC (2016), específicamente teniendo en cuenta la norma MTC E 708, la cual establece el procedimiento de ensayo de tracción indirecta de especímenes cilíndricos de un diámetro = 150 ± 3 mm y una longitud = 300 ± 6 mm, y que tiene como referencias a las Normas ASTM C 496 y NTP 339.084. La cual consiste en aplicar una carga de compresión al espécimen, a una velocidad determinada, hasta que se presente la falla. La resistencia a tracción del concreto se determina con la siguiente relación:

$$T = \frac{2P}{\pi.D.L}$$

Donde:

T: Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm²)

P: Carga máxima de rotura aplicada (kg)

L: Longitud de la probeta cilíndrica (cm)

D: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

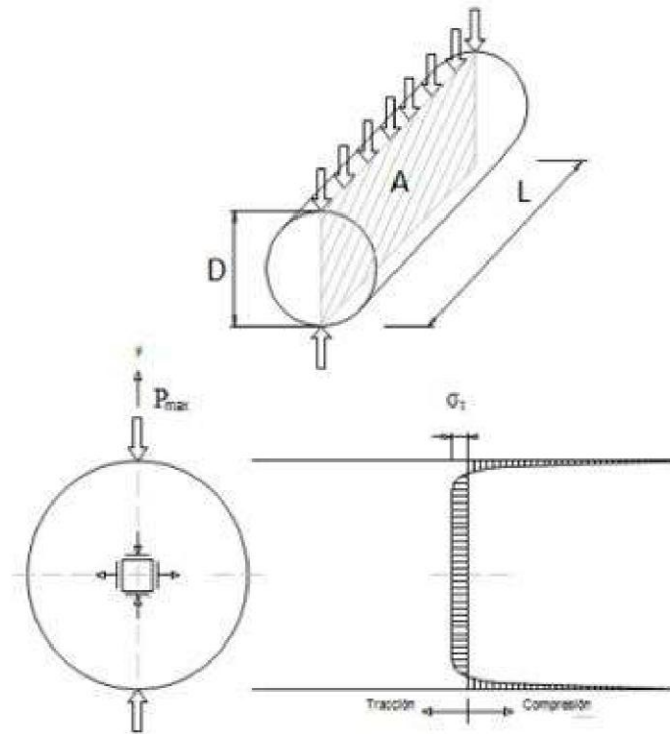


Figura 6 Esquema de esfuerzos del ensayo de tracción indirecta.

Fuente: Tomado de la Norma Técnica Peruana 339.084; (2012).

Procedimiento:

- Los ensayos de los especímenes se hicieron en condición húmeda, para ello se recubrieron a éstos con una lona mojada durante el periodo de remoción del lugar de curado hasta el momento de su ensayo.
- Se realizaron los ensayos de los especímenes a las edades de 7, 14 y 28 días.
- Se miden y registran los parámetros del espécimen antes de ser colocados a la máquina.
- Se dibujan diámetros sobre cada extremo o base del espécimen, de tal manera éstos se encuentren en el mismo plano axial, y determinen 2 puntos de tangencias en cada base.
- Se coloca un listón de apoyo a lo largo del centro de la placa inferior de la máquina; se pone el espécimen sobre el listón, de tal manera que el punto de tangencia de las dos bases esté alineado con el eje longitudinal del listón; se coloca el segundo listón longitudinalmente sobre el espécimen, alineándolo de forma similar al anterior. Dichos puntos de tangencia están determinadas por las marcas dibujadas anteriormente.

- Se aplica la carga a una velocidad constante, hasta el indicador señale que ésta comienza a decrecer de manera continua.
- Se registra la carga máxima soportada por el espécimen..

Ensayo de flexión

El ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto se hizo en base al Manual de ensayos de materiales del MTC (2016), específicamente teniendo en cuenta la norma MTC E 709, la cual establece el procedimiento de ensayo de flexión usando vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de su luz, y que tiene como referencias a las Normas ASTM C 78 y NTP 339.078. La resistencia a flexión del concreto se determina con la siguiente relación:

$$Mr = \frac{PL}{b.h^2}$$

Donde:

Mr: Módulo de rotura (kg/cm²)

P: Carga máxima de rotura aplicada (kg)

L: Luz libre entre los apoyos (cm)

b: Es el ancho promedio del espécimen en el área de falla (cm)

h: Es la altura promedio del espécimen en el área de falla (cm)

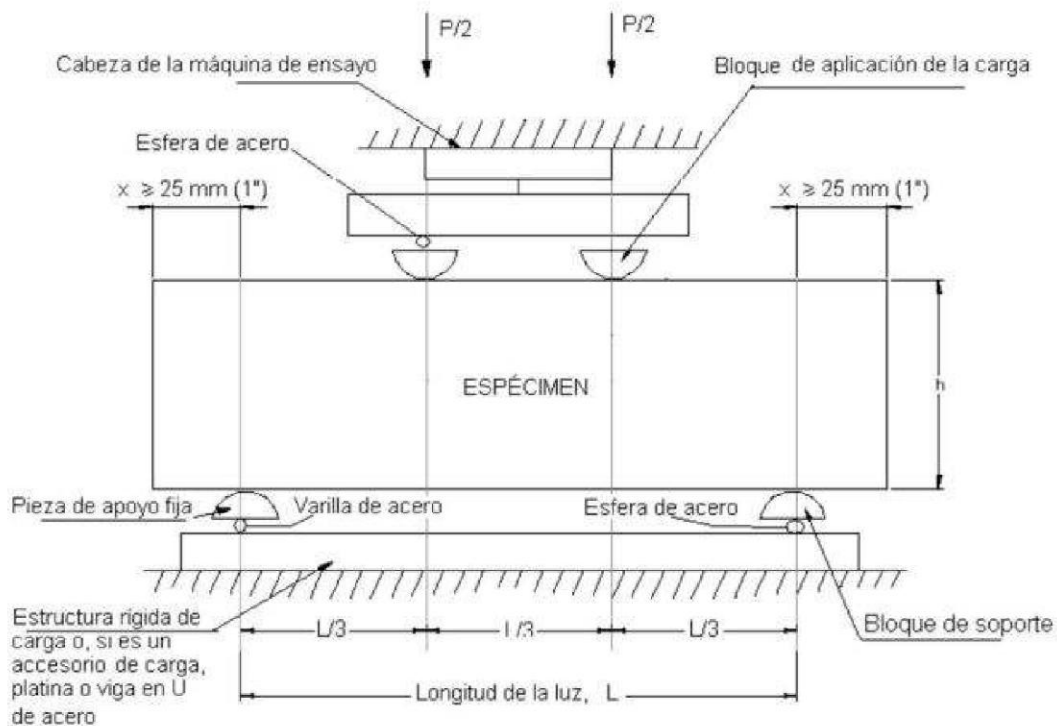


Figura 7 Esquema de un equipo para el ensayo de flexión del concreto usando una viga simplemente apoyada y cargada a lo tercios de su luz.

Fuente: Tomado de la Norma MTC E 709 (2016).

Procedimiento:

- Se realizaron los ensayos de los especímenes a la edad de 28 días.
- Se miden y registran los parámetros del espécimen antes de ser colocados a la máquina.
- Se dibuja una línea en cada cara lateral del espécimen, de tal manera que esta línea represente el eje longitudinal de dicha cara; luego en la cara más representativa se marca los puntos que representen los dos tercios de la luz libre, en las cuales se aplicarán las cargas del ensayo.
- Se coloca el espécimen en la prensa, de tal manera línea que representa el eje longitudinal de la cara y los puntos que representan los dos tercios de la luz libre entre los apoyos coincidan con los ejes de los bloques de aplicación de la carga.
- Se aplica la carga de manera continua sin sobresaltos, hasta que ocurra la rotura.
- Se registra la carga máxima soportada por el espécimen, y se toman 3 medidas de cada dimensión, una en cada borde y una en el centro, con una precisión de 1.3 mm, para poder determinar el ancho promedio, la altura promedio y la localización de la sección de falla.

2.2.3 Fibras de acero

Son filamentos de acero, donde su longitud es predominante respecto a las demás dimensiones. Denominándose relación de aspecto o esbeltez a la relación entre longitud nominal y el diámetro equivalente (L_n / D_e). De acuerdo a la geometría de la fibra, la longitud nominal puede ser igual a la longitud propiamente dicha y el diámetro equivalente puede ser igual al diámetro propiamente dicho, como en el caso de fibras de longitud recta y de sección circular.

Donde:

λ : Relación de aspecto de la fibra

L_n : Longitud nominal de la fibra

D_e = Diámetro equivalente de la fibra

D = Diámetro de la fibra

L = Longitud de la fibra

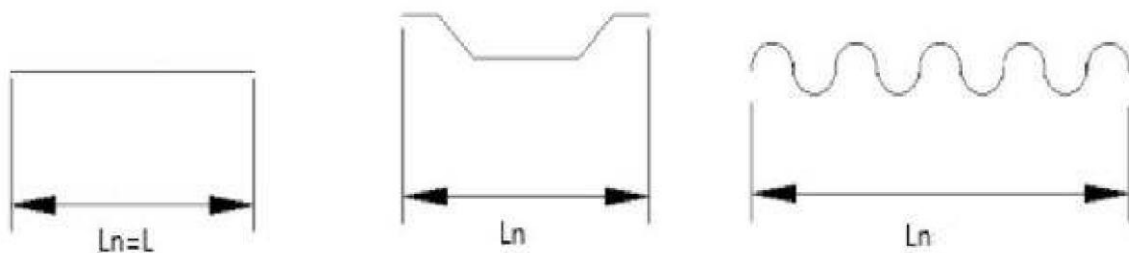


Figura 8 Longitud nominal de la fibra.

Fuente: Elaboración propia.

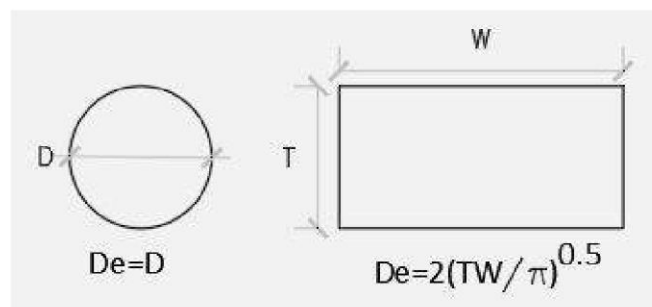


Figura 9 Diámetro equivalente de una fibra de acero.

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de fibra a utilizar en el concreto varían normalmente del 0.25% al 2% del volumen total del concreto. Utilizar mayores cantidades compromete la trabajabilidad y la dispersión de las fibras; para ello, se debe realizar un diseño de mezcla de concreto (Kosmatka, 2015). La dosificación es normalmente entre 15 – 50 kg de fibra de acero por m³ de concreto. Se

recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad o energía absorbida especificada del concreto (Sika Perú, 2019).

La fibra de acero para el reforzamiento del concreto se forma con acero trefilado en frío y cortados en tiras, y cuya composición es bajo en carbono (0.03-0.85%).

Según el colegio de Ingeniero del Perú (2012), las fibras de acero se adicionan al concreto en busca de beneficios como la reducción de la mano de obra, incremento de la durabilidad, reducción o eliminación del refuerzo tradicional, control de la fisuración ya que el concreto soportará los esfuerzos de tracción que son transmitidos por adherencia a las fibras una vez que se haya producido la micro-fisura y mejoran la tenacidad.

Según el ACI, las fibras de acero que refuerzan al concreto proporcionan una mayor energía de rotura, reducen o eliminan los refuerzos tradicionales, incrementa la resistencia a la fisuración, etc.

2.2.3.1 Propiedades de las fibras de acero.

Las propiedades principales de las fibras de acero se muestran en la siguiente tabla

Tabla 1 *Propiedades generales de las fibras de acero.*

Propiedades físicas			Propiedades mecánicas			Aspectos legales	
Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Relación de aspecto	Resistencia a la tracción (Mpa)	Elongación de rotura (%)	Módulo de elasticidad (Mpa)	Norma	Certificado
0.50-0.75	30-60	40-100	500-2,000	0.5-4.0	210,000	ASTM A 820	ISO o similar

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.2 Clasificación de las fibras de acero.

Según la manufactura, la norma ASTM A820 clasifica a las fibras en:

- Tipo I: Fibras de alambre conformado en frío.
- Tipo II: Fibras de láminas cortadas.
- Tipo III: Fibras extraídas de fundición, las cuales se fabrican utilizando una rueda centrífuga.
- Tipo IV: Otras fibras.

Según la forma de su longitud, las fibras se pueden clasificar en:

- Rectas con ganchos en cada extremo.

- Rectas con cabezas cónicas en cada extremo.
- Onduladas.

Según la forma de su sección transversal, la Sociedad Japonesa de Ingenieros Civiles clasifica a las fibras en:

- Fibras de sección transversal cuadrada.
- Fibras de sección transversal circular.
- Fibras de sección transversal media luna.

Según el tipo de acero con que han sido fabricados, las fibras también se pueden clasificar en:

- Fibras de acero al carbono.
- Fibras de acero inoxidable.

La fibra utilizada en la presente tesis es del tipo I (Fibras de alambre conformado en frio), de extremos en gacho, de sección transversal circular, de bajo carbono, y con la siguientes propiedades.

Tabla 2 *Propiedades de las fibras de acero usado en la presente investigación.*

Propiedades físicas			Propiedades mecánicas			Aspectos legales	
Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Relación de aspecto	Resistencia a la tracción (Mpa)	Elongación de rotura (%)	Módulo de elasticidad (Mpa)	Norma	Certificado
0.54	35	65	1,300	4.0	210,000	ASTM A 820	ISO o similar

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.3 Aplicación de las fibras de acero.

La fibra de acero tiene un amplio rango de aplicaciones, las más comunes son: Pavimentos, obras con concreto lanzado, elementos de concretos prefabricados, etc.

2.2.4 Acero.

Son aleaciones de hierro y carbono que contienen entre 0,008% y 2.11% en en peso de carbono (Callister, 2007).

2.2.4.1 Clasificación de aceros.

La gran cantidad de tipos de acero y de fabricantes, ha originado a su vez una gran cantidad de normativa y reglamentación que varía entre los países.

Según la norma española UNE EN 10020:2001, y atendiendo a su composición química, los aceros se clasifican en:

- **Aceros no aleados, o aceros al carbono:** Estos aceros, además del carbono, el contenido de otros elementos aleantes es inferior al valor mostrado en la tabla nº 1 de esta norma. Estos aceros a su vez se sub clasifican en aceros de bajo, medio y alto carbono.

Los aceros de bajo carbono contienen cantidades menores a 0.25% de carbono en peso, acero al medio carbono contienen cantidades de 0.25 a 0.55% de carbono en peso, aceros de alto carbono contienen cantidades mayores de 0.55% y menores de 0.55% de carbono en peso.

- **Aceros aleados:** Estos aceros, además del carbono, el contenido de otros elementos aleantes es igual o superior al valor límite mostrado en la tabla nº 1 de esta norma. Estos aceros a su vez se sub clasifican en aceros de baja aleación (elementos aleantes menor al 5%) y aceros de alta aleación (elementos aleantes mayor al 5%).
- **Acero inoxidable:** Estos aceros contienen como mínimo el 10.5% de cromo y un máximo del 1.2% de carbono.

Tabla 3 Delimitación entre los aceros no aleados y aceros aleados

Elemento especificado		Contenido límite % en masa
Al	Aluminio	0,30
B	Boro	0,0008
Bi	Bismuto	0,10
Co	Cobalto	0,30
Cr	Cromo	0,30
Cu	Cobre	0,40
La	Lantánidos (considerados individualmente)	0,10
Mn	Manganeso	1,65 ^{a)}
Mo	Molibdeno	0,08
Nb	Niobio	0,06
Ni	Niquel	0,30
Pb	Plomo	0,40
Se	Selenio	0,10
Si	Silicio	0,60
Te	Telurio	0,10
Ti	Titanio	0,05
V	Vanadio	0,10
W	Tungsteno	0,30
Zr	Circonio	0,05
Otros, excepto: Carbono, Fósforo, Azufre, Nitrógeno (cada uno individualmente)		0,10
a) Cuando el manganeso está definido sólo por un máximo, el valor límite es 1,80% y la regla del 70% (véase el apartado 3.1.2) no se aplica.		

Fuente: Adaptado de la norma UNE EN 10020:2001

Según la norma ASTM, que determina la aplicación o su ámbito de empleo, los aceros se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4 Clases de acero según la norma ASTM

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

Fuente: Adaptado de la norma ASTM

2.3 Marco conceptual.

Agregado fino: El agregado fino es una arena, proveniente de la desintegración natural o artificial, o una combinación de ambas, que pasan el tamiz NTP 9.5 mm (3/8") y que cumplen con la Norma NTP 400.037.

Agregado grueso: El agregado grueso es la grava natural o grava triturada (piedra chancada), o agregado metálico, retenido en el tamiz NTP 4.754 mm (n° 4) y que cumplen con la Norma NTP 400.037.

Cemento pórtland: Es un cemento hidráulico, proveniente de la pulverización del clinker que contiene esencialmente calcio hidráulico, generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza, y que cumplen con la Norma NTP 334.009 o Norma NTP 334.090.

Aditivos: Es un material que puede ser utilizado como un componente del concreto con la finalidad de modificar una o algunas de sus propiedades.

Concreto: Mezcla de cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso, agua y en ciertas ocasiones aditivos.

Diseño de mezcla del concreto: Es el proceso de selección de los integrantes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica para un metro cúbico de concreto, con la finalidad de obtener un concreto que en el estado fresco tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que en el estado endurecido cumpla con las especificaciones técnicas de obra (Rivva, 2013).

Propiedades mecánicas del concreto: Son todas las propiedades del concreto endurecido y están asociadas a la resistencia.

Resistencia del concreto: Es el máximo esfuerzo que puede soportar dicho concreto sin romperse.

Durabilidad del concreto: Es la capacidad del concreto de mantener sus propiedades en el tiempo.

Tenacidad: Capacidad de un material de no deformarse ni romperse al aplicarle una fuerza. La cualidad de tenacidad se opone a la de fragilidad.

Rigidez: La rigidez es una medida cuantitativa de la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos o fuerzas sin adquirir grandes deformaciones.

Resistencia al impacto: La resistencia al impacto es una de las propiedades mecánicas del concreto y se define como el aguante a la fractura por el choque de una carga.

CBR (Relación de carga californiana): Se le conoce así al Índice CBR, que es la relación entre la carga que se obtiene para la muestra que se desea investigar y la carga que se obtiene para una muestra estándar (muestra tipo roca machacada), dichas cargas se obtienen a través del ensayo de CBR y es expresada en porcentaje.

El ensayo CBR se usa para determinar la capacidad portante de terraplenes y la clasificación de terrenos. Cuyo procedimiento consiste en determinar la carga que hay que aplicar a un pistón circular de 19,35 cm² para introducirlo en una muestra de suelo a una velocidad de 1,27 mm/min y hasta obtener una penetración de 2,54 mm, y se rige por la norma ASTM 1883.

Capítulo III

Método de la Investigación

3.1 Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que en base a datos cuantitativos obtenidos en laboratorio y procesados estadísticamente, se comparan las hipótesis, se cumplen con los objetivos y se obtienen los resultados del estudio.

3.2 Alcance

La presente investigación tiene un alcance explicativo, ya que este estudio tiene la finalidad de dar respuesta por las causas de los eventos, como mostrar los efectos que tiene la adición de fibras de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido.

”La investigación experimental tiene alcances iniciales y finales correlacionales y explicativos.... En los diseños experimentales y cuasiexperimentales se provoca intencionalmente al menos una causa y se analizan sus efectos o consecuencias” (Hernández et al., 2014, pp. 153–158)

3.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación del presente trabajo es experimental, ya que para comprender las causas y fenómenos que ocurren cuando se agrega fibra de acero en cierta proporción al concreto patrón, se elaboraron especímenes de concreto que fueron ensayados en laboratorio. Este estudio cumple con los requisitos del diseño experimental, ya que mediante la estimulación se pueden generar experimentos siguiendo los siguientes pasos:

- Medir variables.
- Control y efectividad.
- Comparación de grupos.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población.

La población para esta tesis son los pavimentos rígidos de las calles de la Asociación 16 de abril, Distrito de Ayacucho, construidos con agregados de la cantera Chillico.

3.4.2 Muestra

La muestra para esta tesis es el concreto del pavimento rígido del Jr. Pikimachay (primera cuadra), que pertenece a la Asociación 16 de Abril, del Distrito de Ayacucho, construidos con agregados de la cantera Chillico.

3.5 Hipótesis

3.5.1 Hipótesis general

El uso de fibras de acero influye en las propiedades mecánicas del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho 2022.

3.5.2 Hipótesis específicas

- a) La incorporación de fibras de acero influye en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022.
- b) Existe una proporción óptima de fibras de acero para añadir al pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022.
- c) La incorporación de fibras de acero influye en el costo de producción del pavimento rígido del Jr. Pikimachay, Ayacucho, 2022.

3.6 Operacionalización de variables

3.6.1 Variables

Variable independiente: La variable independiente para este estudio es la fibra de acero.

Variable dependiente: La variable dependiente para este estudio es la propiedad mecánica del pavimento rígido.

3.6.2 Indicadores

Indicadores de la variable independiente. Porcentaje de adición (5%, 7.5% y 10%) con respecto al peso del cemento.

Indicadores de la variable dependiente. Resistencia a la compresión del pavimento rígido, resistencia a la flexión del pavimento rígido y resistencia a la tracción del pavimento rígido.

Tabla 5 Variables e indicadores.

Tipo de variable	Variables	Indicadores	Medición
Independiente	Fibras de acero	Porcentaje de adición	kg
Dependiente	Propiedades mecánicas del pavimento rígido	Resistencia a la compresión	kg/cm ²
		Resistencia a la flexión	kg/cm ²
		Resistencia a la tracción	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnica de recolección de datos.

Se aplicó como técnica de recolección de datos, la técnica de la observación, por que los datos arrojados en la experimentación de los ensayos de laboratorio permitieron medir los indicadores de la variable dependiente.

3.7.2 Instrumentos de recolección de datos.

Se aplicó como instrumento de recolección de datos, los formatos de laboratorio, en la cual se recolectó los datos arrojados en la experimentación.

3.7.3 Técnicas para el procesamiento de la información.

se utilizaron técnicas de estadística descriptiva e inferencial, en la que para contrastar la normalidad de las muestras se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y para contrastar las hipótesis

se aplicó la prueba de t de Student, realizadas con la ayuda del programa jamovi 2.3.21 que es un software estadístico libre.

3.8 Desarrollo del trabajo de tesis

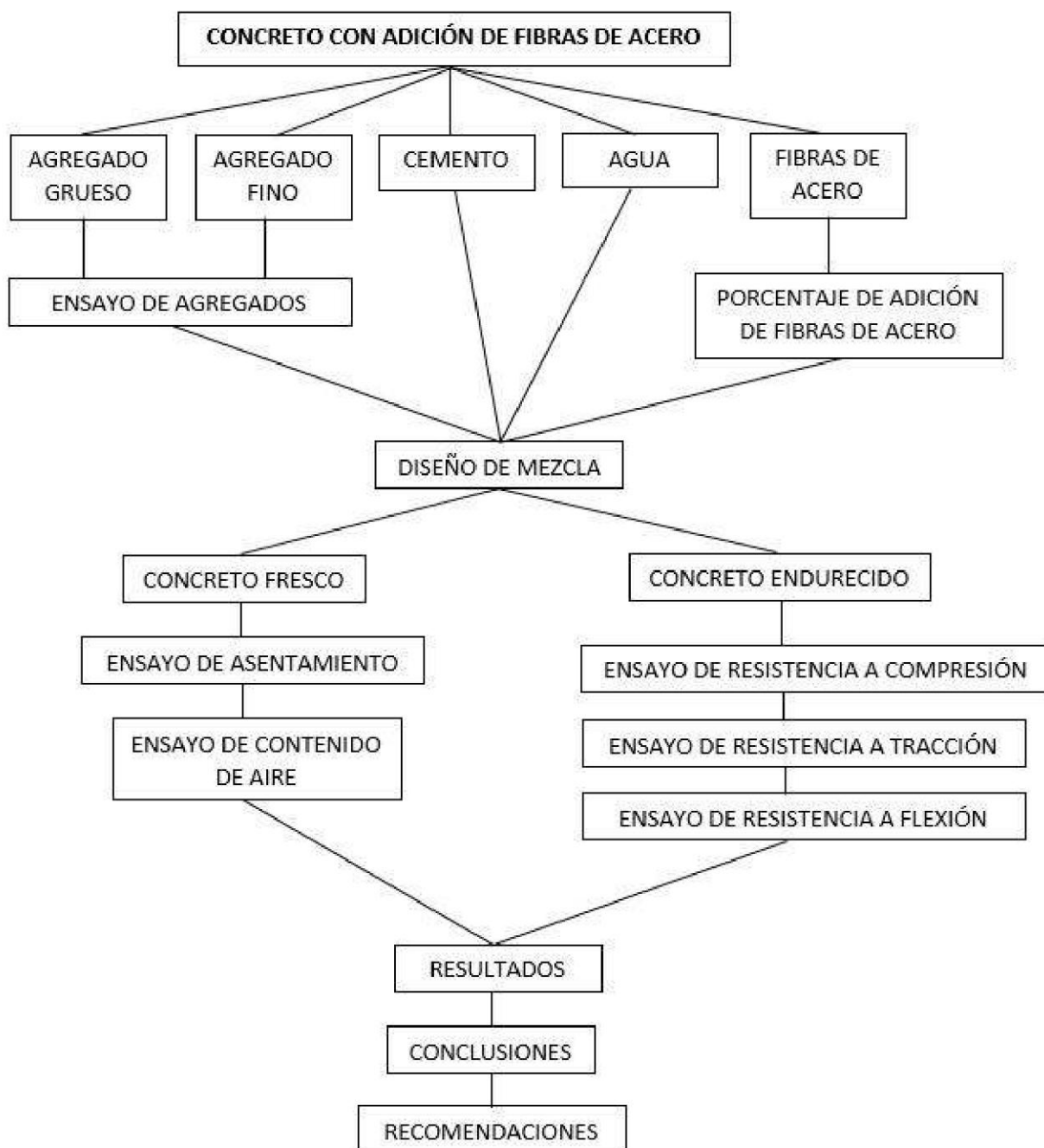


Figura 10 Diagrama de desarrollo del trabajo de tesis.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV

Resultados

4.1 Análisis de resultados

Para el diseño del concreto hidráulico, previamente se analizó todas las propiedades físicas de los materiales utilizados, luego se realizó un diseño de mezcla patrón $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con la metodología del ACI 211. Después se utilizó el mismo diseño de mezcla como base para generar las mezclas de concretos adicionados con fibras de acero. Luego se procedió a preparar las probetas cilíndricas para realizar el ensayo de compresión y tracción, así como las probetas prismáticas para realizar el ensayo a flexión, los ensayos fueron realizados a las edades de 7, 14 y 28 días según corresponda. Posteriormente se realizó el diseño del pavimento, en base a los resultados de las propiedades mecánicas del concreto obtenidos en laboratorio, y finalmente se hizo el análisis de costo del pavimento patrón y del pavimento adicionado con fibras de acero.

4.1.1 Dosificación y preparación de muestras

Con la finalidad de comprender el comportamiento de las propiedades mecánicas del pavimento rígido a lo largo del tiempo, se prepararon testigos cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, así como vigas prismáticas de 15cm x 15cm de sección y 54cm de de altura con un concreto patrón (0% fibras de acero) y los concretos adicionados con fibras de acero en las cantidades de 5%, 7.5% y 10% . Para lo cual se nombró a estos grupos de control como:

- MDE: Muestras de concreto patrón (0% fibras de acero)
- MD1: Muestras de concreto adicionado con 5% de fibras de acero
- MD2: Muestras de concreto adicionado con 7.5% de fibras de acero
- MD3: Muestras de concreto adicionado con 10% de fibras de acero

El procedimiento para la obtención de muestras se hizo teniendo como referencias a las

normas MTC E 702, NTP 339.183 y el ASTM C 192.

Procedimiento para la elaboración de los testigos cilíndricos:

- Se separó una cantidad suficiente de concreto preparado en una mezcladora carmix a una carretilla, de tal manera que sobre como residuo aproximadamente un 10 % de concreto por cada molde. En el caso de las mezclas adicionadas con fibras de acero, fue en este momento que se añadió las fibras de acero a la carretilla y se mezcló con la ayuda de una pala y un badilejo.
- Previamente se determinó el asentamiento del concreto de acuerdo con la norma MTC E 705, de tal manera este asentamiento cumpla con las especificaciones técnicas de la obra.
- Los moldes se colocaron en una superficie rígida horizontal plana, libre de vibraciones y cerca al lugar de fraguado en las siguientes 24 horas.
- El concreto se colocó en los moldes en tres capas del mismo volumen, se chuseó o golpeó 25 veces en cada capa con la parte redonda de una varilla de 5/8" de diámetro y para evitar algún hueco se golpeó ligeramente los lados del molde con un martillo percutor de goma, después de esta compactación, se efectuó el acabado de la superficie con un badilejo.
- Después del acabado para evitar la evaporación del agua del concreto, los testigos se recubrieron con una lona húmeda durante 24 horas, pero evitando el contacto directo de las muestras con la lona.
- Las muestras fueron extraídas de sus moldes 24 horas después de su elaboración, para ser trasladadas al ambiente de curado.

Procedimiento para la elaboración de los testigos prismáticos:

- Se separó una cantidad suficiente de concreto preparado en una mezcladora carmix a una carretilla, de tal manera que sobre como residuo aproximadamente un 10 % de concreto por cada molde. En el caso de las mezclas adicionadas con fibras de acero, fue en este momento que se añadió las fibras de acero a la carretilla y se mezcló con la ayuda de una pala y un badilejo.
- Previamente se determinó el asentamiento del concreto de acuerdo con la norma MTC E 705, de tal manera este asentamiento este dentro de las especificaciones técnicas de la obra.
- Los moldes se colocaron en una superficie rígida horizontal plana, libre de vibraciones y cerca al lugar de fraguado en las siguientes 24 horas.

- El concreto se colocó en los moldes en dos capas del mismo volumen, se chuseó o golpeó 60 veces en cada capa con la parte redonda de una varilla de 5/8" de diámetro, y para evitar algún hueco se golpeó ligeramente los lados del molde con un martillo percutor de goma y se introdujo el badilejo por los costados y extremos después de apisonar cada capa, finalmente se efectuó el acabado de la superficie con un badilejo.
- Después del acabado para evitar la evaporación del agua del concreto, los testigos se recubrieron con una lona húmeda durante 24 horas, pero evitando el contacto directo de las muestras con la lona.
- Las muestras fueron extraídas de sus moldes 24 horas después de su elaboración, para ser trasladadas al ambiente de curado.

4.1.2 Ensayos de compresión axial

Comparación de resultados

En el concreto adicionado con 5% de fibras de acero (FA) se puede observar:

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 7 días fue de 221.89 Kg/cm² y es el 117.90% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 188.21 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 17.90% en dicha resistencia.

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 14 días fue de 259.70 Kg/cm² y es el 107.32% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 242.00 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 7.32% en dicha resistencia.

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 28 días fue de 300.17 Kg/cm² y es el 111.95% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 268.13 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 11.95% en dicha resistencia.

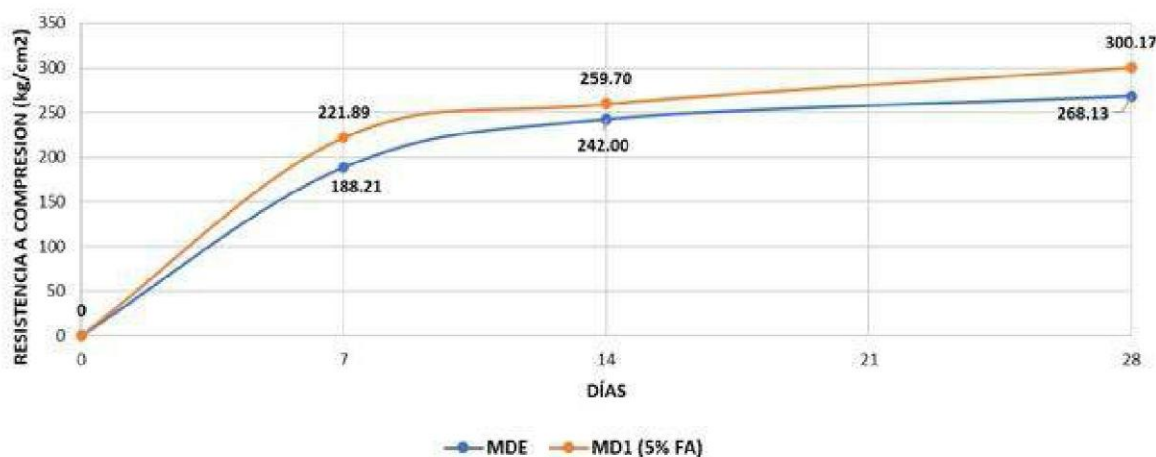


Figura 11 Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD1(5% FA).

Fuente: Elaboración propia.

En el concreto adicionado con 7.5% de fibras de acero (FA) se puede observar:

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 7 días fue de 218.76 Kg/cm² y es el 116.24% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 188.21 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 16.24% en dicha resistencia.

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 14 días fue de 272.01 Kg/cm² y es el 112.40% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 242.00 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 12.40% en dicha resistencia.

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 28 días fue de 306.54 Kg/cm² y es el 114.33% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 268.13 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 14.33% en dicha resistencia.

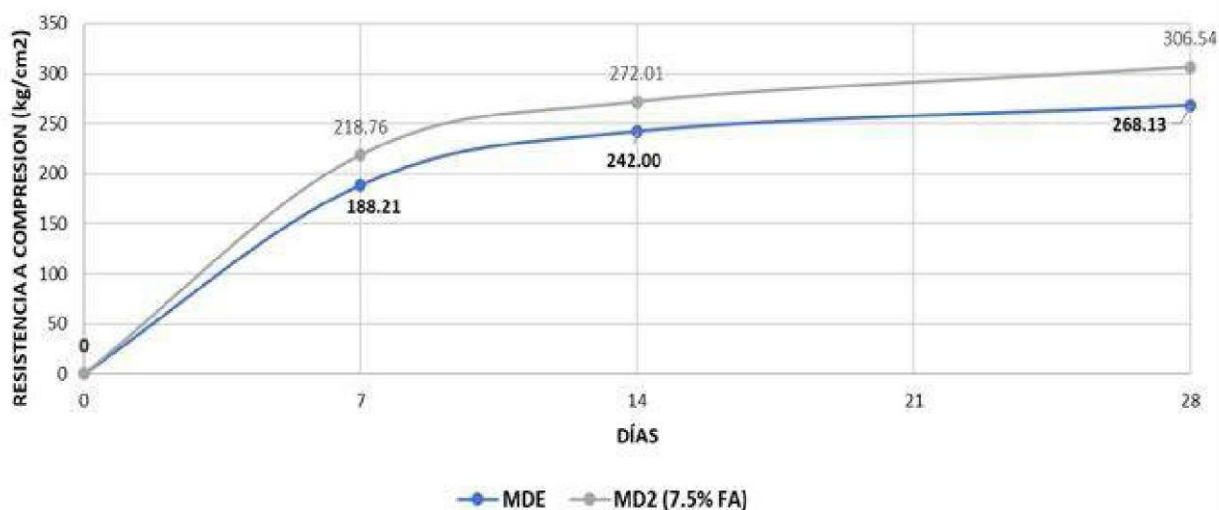


Figura 12 Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD2 (7.5% FA).

Fuente: Elaboración propia.

En el concreto adicionado con 10% de fibras de acero (FA) se puede observar:

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 7 días fue de 227.94 Kg/cm² y es el 121.11% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 188.21 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 21.11% en dicha resistencia.

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 14 días fue de 274.56 Kg/cm² y es el 113.45% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 242.00 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 13.45% en dicha resistencia.

Que la resistencia a compresión de este concreto a la edad de 28 días fue de 310.26 Kg/cm² y es el 115.72% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que fue solamente de 268.13 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 15.72% en dicha resistencia.

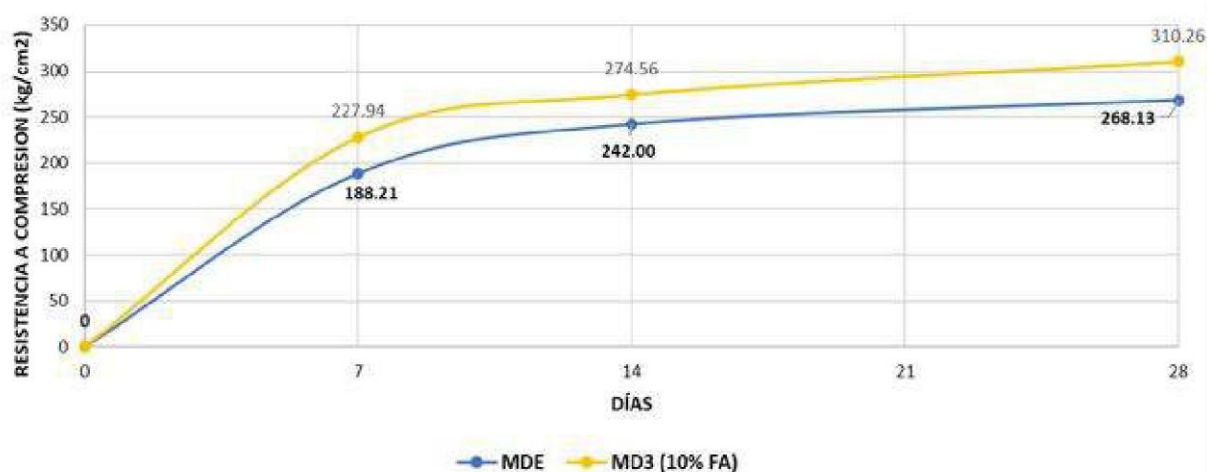


Figura 13 Comparación de la resistencia a compresión: MDE – MD3 (10% FA).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan el resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial obtenidos de los grupos de control analizados a las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 6 Resultados de los ensayos de compresión axial.

Muestra	Dosificación	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)					
		7 días	Porcentaje (%)	14 días	Porcentaje (%)	28 días	Porcentaje (%)
MDE	0 % FA	188.21	100.00	242.00	100.00	268.13	100.00
MD1	5 % FA	221.89	117.90	259.70	107.32	300.17	111.95
MD2	7.5 % FA	218.76	116.24	272.01	112.40	306.54	114.33
MD3	10 % FA	227.94	121.11	274.56	113.45	310.26	115.72

Fuente: Elaboración propia.

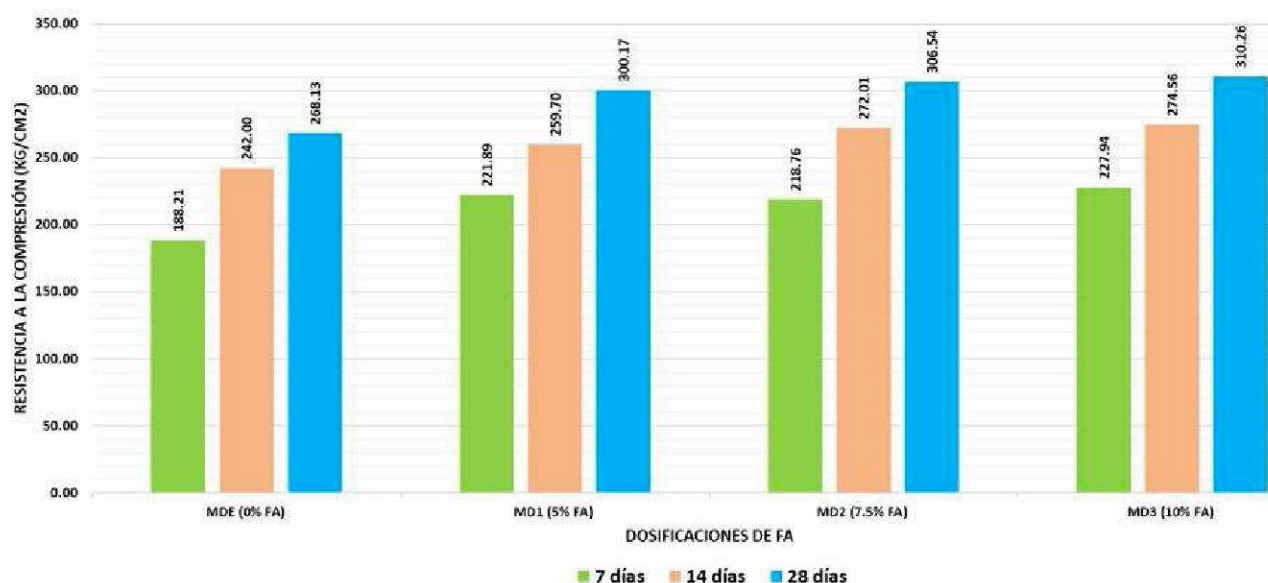


Figura 14 Cambios en la resistencia a la compresión de los grupos de control.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 6 y figura 14, se muestra la evolución de adicionar fibras de acero en diferentes proporciones al concreto del pavimento rígido, donde se indica que la dosis de 5% FA aumenta la resistencia a compresión axial: a los 28 días es de 300.17 Kg/cm², en comparación de la muestra de concreto patrón: a los 28 días es de 268.13 Kg/cm². Concluyéndose que la proporción óptima de fibras de acero adicionado al concreto del pavimento rígido del Jr. Pikimachay será el de 5% FA, ya que para el diseño de los pavimentos rígidos, el manual de suelos y pavimentos de la MTC indica que que la resistencia a compresión del concreto para un pavimento rígido con EE (ejes equivalentes) menores o iguales a 5 millones debe ser mínimo de 280 kg/cm².

4.1.3 Ensayos de tracción indirecta

Comparación de resultados

En el concreto adicionado con 5% de fibras de acero (FA) se puede observar:

Que la resistencia a tracción de este concreto a la edad de 7 días fue de 21.44 Kg/cm² y es el 133.81% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 16.02 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 33.81% en dicha resistencia.

Que la resistencia a tracción de este concreto a la edad de 14 días fue de 23.33 Kg/cm² y es el 132.31% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 17.63 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 32.31% en dicha resistencia.

Que la resistencia a tracción de este concreto a la edad de 28 días fue de 25.91 Kg/cm² y es

el 111.04% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 23.33 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 11.04% en dicha resistencia.

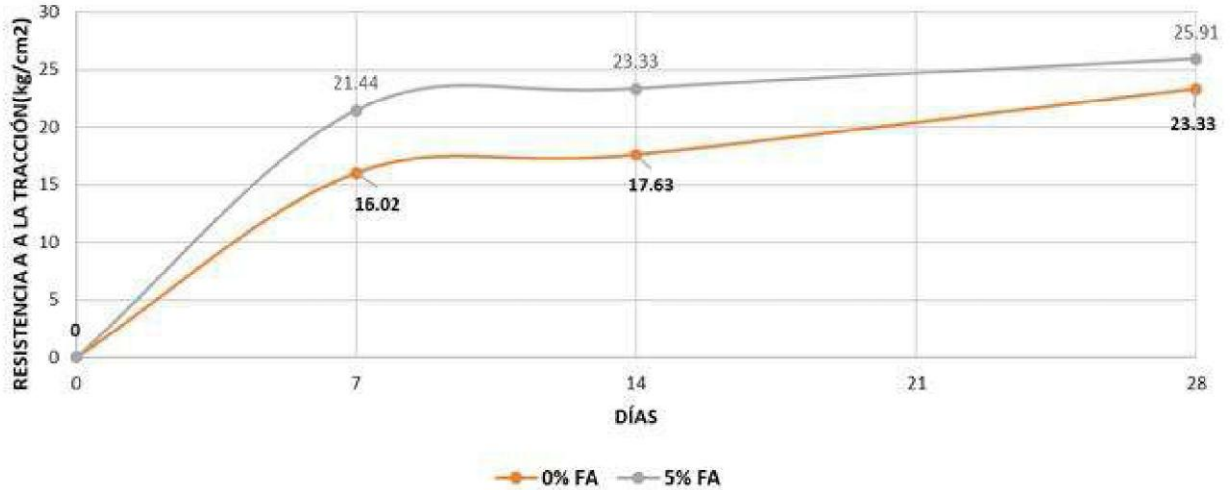


Figura 15 Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD1 (5% FA).

Fuente: Elaboración propia.

En el concreto adicionado con 7.5% de fibras de acero (FA) se puede observar:

Que la resistencia a tracción de este concreto a la edad de 7 días fue de 24.50 Kg/cm² y es el 152.91% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 16.02 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 52.91% en dicha resistencia.

En el concreto adicionado con 7.5% de fibras de acero (FA) se puede observar:

Que la resistencia a tracción de este concreto a la edad de 14 días fue de 26.51 Kg/cm² y es el 150.36% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 17.63 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 50.36% en dicha resistencia.

Que la resistencia a tracción promedio de este concreto a la edad de 28 días fue de 27.02 Kg/cm² y es el 115.83% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 23.33 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 15.83% en dicha resistencia.

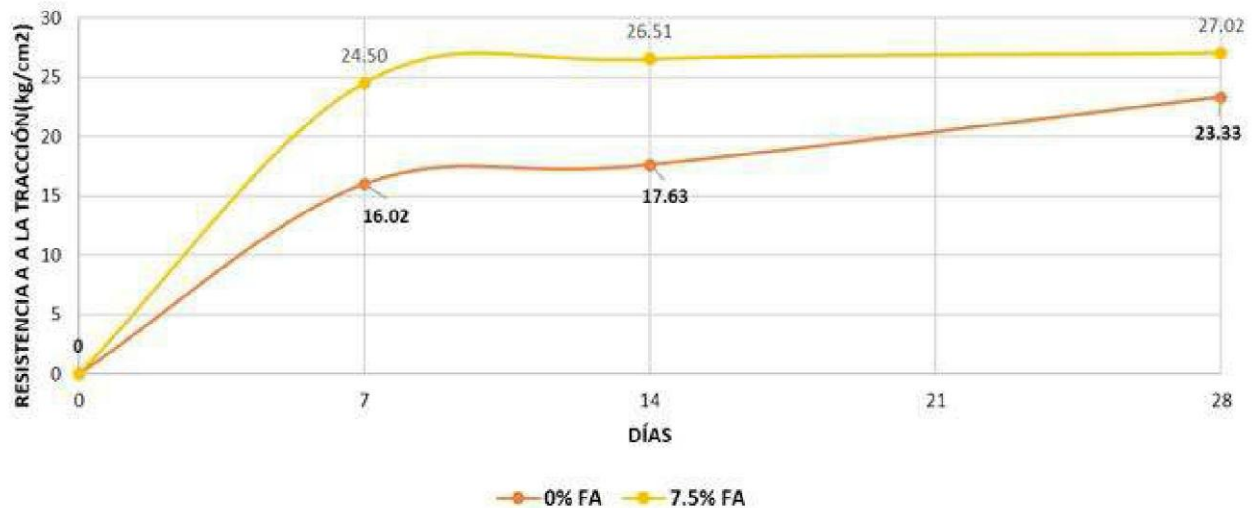


Figura 16 Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD2 (7.5% FA).

Fuente: Elaboración propia.

En el concreto adicionado con 10% de fibras de acero (FA) se puede observar:

Que la resistencia a tracción de este concreto a la edad de 7 días fue de 25.82 Kg/cm² y es el 161.15% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 16.02 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 61.15% en dicha resistencia.

Que la resistencia a tracción promedio de este concreto a la edad de 14 días fue de 26.80 Kg/cm² y es el 151.97% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 17.63 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 51.97% en dicha resistencia.

Que la resistencia a tracción promedio de este concreto a la edad de 28 días fue de 31.69 Kg/cm² y es el 135.85% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 23.33 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 35.85% en dicha resistencia.

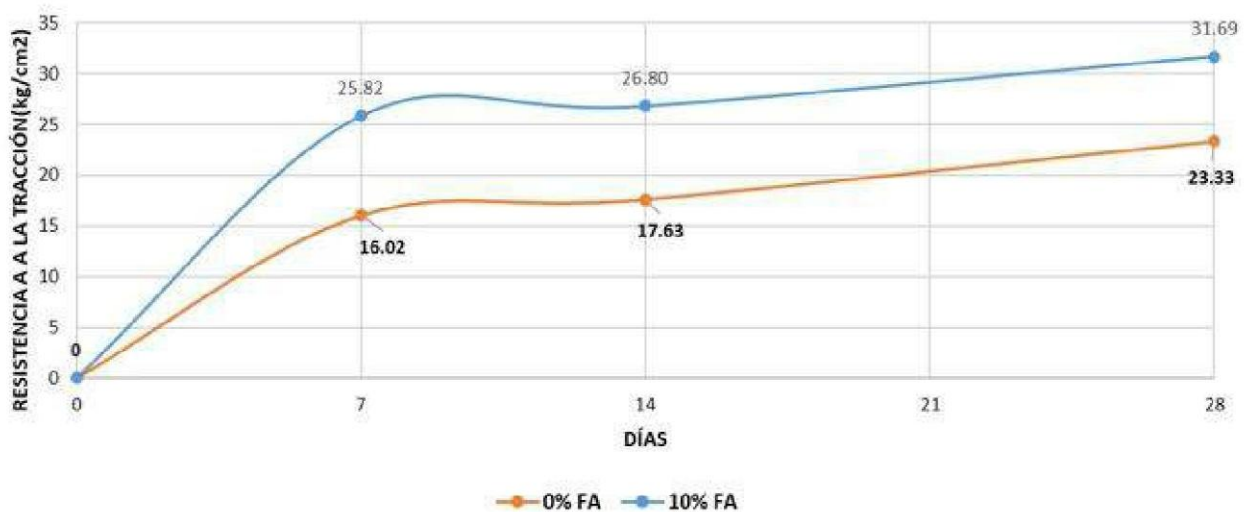


Figura 17 Comparación de la resistencia a tracción: MDE – MD3 (10% FA).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan el resumen de los resultados del ensayo a la tracción indirecta obtenidos de los grupos de control analizados a las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 7 Resultados de los ensayos de tracción indirecta.

Muestra	Dosificación	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)					
		7 días	Porcentaje (%)	14 días	Porcentaje (%)	28 días	Porcentaje (%)
MDE	0 % FA	16.02	100.00	17.63	100.00	23.33	100.00
MD1	5 % FA	21.44	133.81	23.33	132.31	25.91	111.04
MD2	7.5 % FA	24.50	152.91	26.51	150.36	27.02	115.83
MD3	10 % FA	25.82	161.15	26.80	151.97	31.69	135.85

Fuente: Elaboración propia.

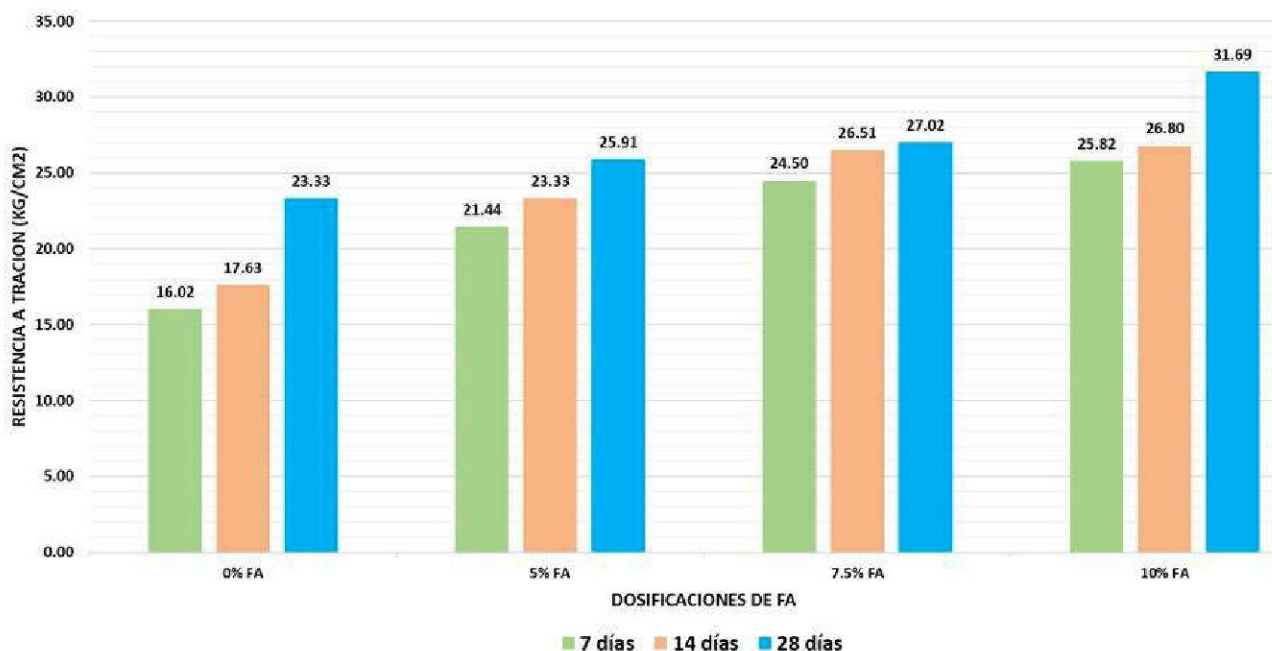


Figura 18 Cambios en la resistencia a la tracción de los grupos de control.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 7 y figura 18, se muestra la evolución de adicionar fibras de acero en diferentes proporciones al concreto del pavimento rígido, donde se concluye que a mayor dosis de fibras de acero mayor será la resistencia a la tracción.

4.1.4 Ensayos de flexión

Comparación de resultados

En el concreto adicionado con 5% de fibras de acero (FA) se puede observar:

Que la resistencia a flexión de este concreto a la edad de 28 días fue de 35.46 Kg/cm² y es

el 128.96% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 27.49 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 28.96% en dicha resistencia.

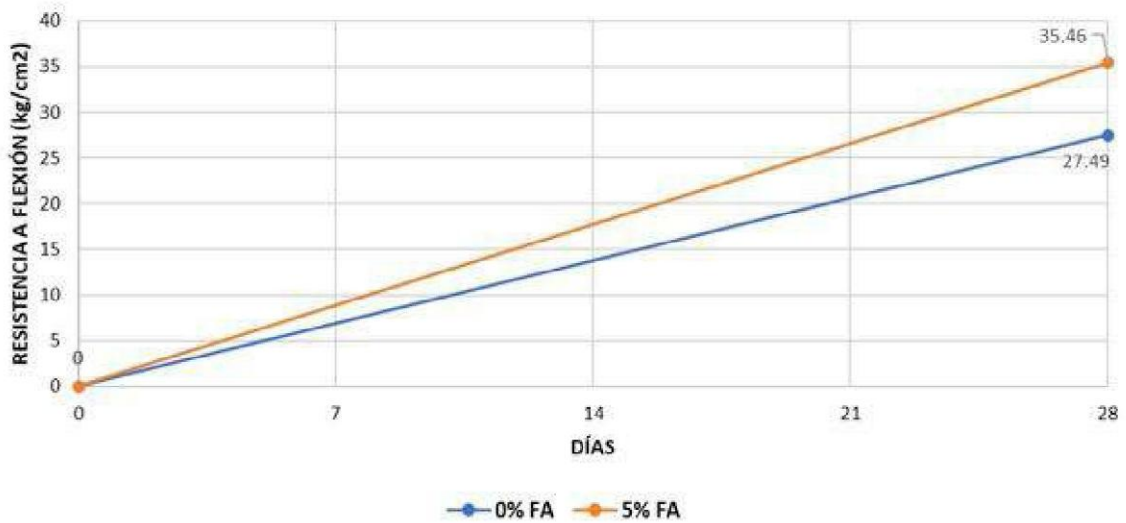


Figura 19 Comparación de la resistencia a flexión: MDE – MD1 (5% FA).

Fuente: Elaboración propia.

En el concreto adicionado con 7.5% de fibras de acero (FA) se puede observar: Que la resistencia a flexión de este concreto a la edad de 28 días fue de 39.06 Kg/cm² y es el 142.08% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 27.49 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 42.08% en dicha resistencia.

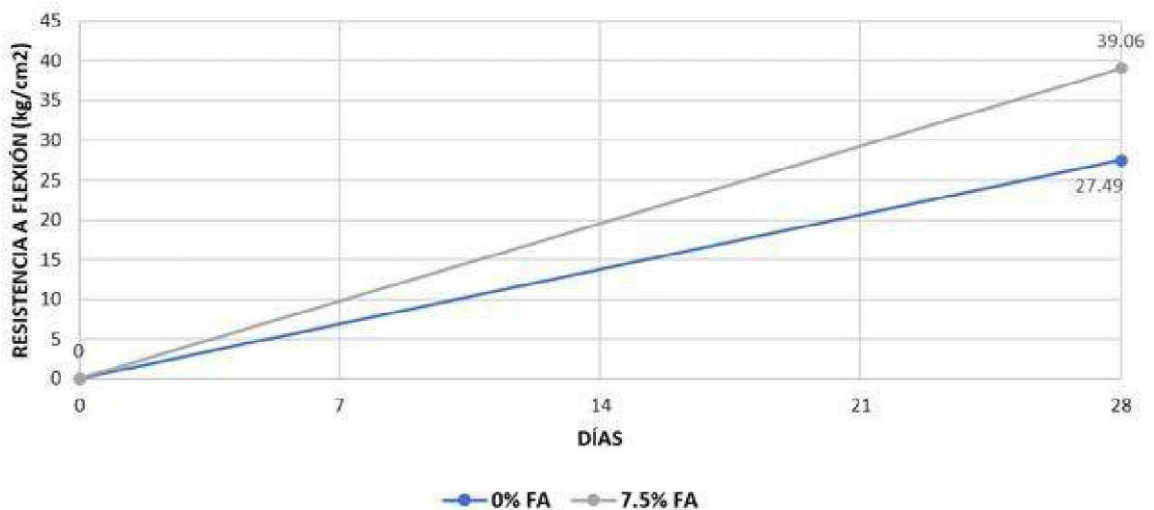


Figura 20 Comparación de la resistencia a flexión: MDE – MD2 (7.5% FA).

Fuente: Elaboración propia.

En el concreto adicionado con 10% de fibras de acero (FA) se puede observar: Que la resistencia a flexión de este concreto a la edad de 28 días fue de 44.23 Kg/cm² y es el 160.86% de la resistencia que se obtuvo del concreto patrón que solamente fue de 27.49 Kg/cm². En conclusión, hay un incremento del 60.86% en dicha resistencia.

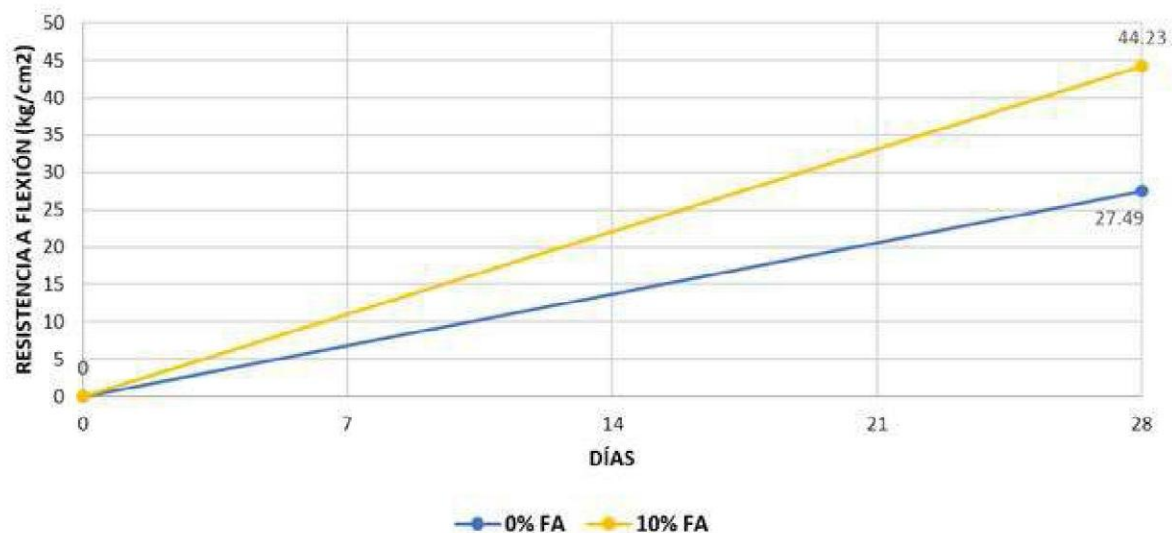


Figura 21 Comparación de la resistencia a flexión: MDE – MD3 (10% FA).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan el resumen de los resultados del ensayo de resistencia a la flexión que se obtuvo a partir de los grupos de control analizados a la edad de 28 días.

Tabla 8 Resultados de los ensayos de flexión.

Muestra	Dosificación	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	
		28 días	Porcentaje (%)
MDE	0 % FA	27.49	100.00
MD1	5 % FA	35.46	128.96
MD2	7.5 % FA	39.06	142.08
MD3	10 % FA	44.23	160.86

Fuente: Elaboración propia.

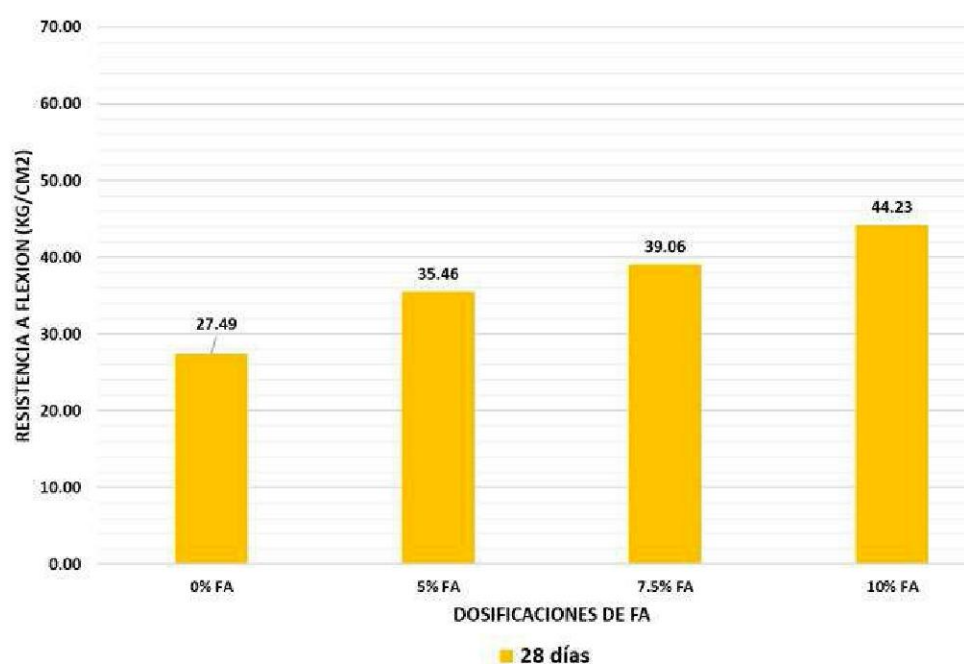


Figura 22 Cambios en la resistencia a la flexión de los grupos de control.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 8 y figura 22, se muestra la evolución de adicionar fibras de acero en diferentes proporciones al concreto del pavimento rígido, donde se indica que la dosis de 5% FA aumenta la resistencia a la flexión: a los 28 días es de 35.46 Kg/cm², en comparación de la muestra de concreto patrón: a los 28 días es de 27.49 Kg/cm². Concluyéndose que la proporción óptima de fibras de acero adicionado al concreto del pavimento rígido del Jr. Pikimachay será el de 5% FA, ya que para el diseño de los pavimentos rígidos urbanos, el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos) indica que el módulo de rotura del concreto debe ser mayor o igual al valor de 34 kg/cm².

4.2 Contrastación de la hipótesis

Para la contrastación de la hipótesis se utilizaron técnicas de estadística descriptiva e inferencial, en la cual para contrastar la normalidad de las muestras se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y para contrastar las hipótesis se aplicó la prueba de t de Student, realizadas con la ayuda del programa jamovi 2.3.21 que es un software estadístico libre (<https://www.jamovi.org/>).

4.2.1 Prueba de hipótesis para la resistencia a la Compresión

Para esta prueba se tomaron como datos los valores de resistencia a la compresión de los especímenes a los 28 días de edad, obtenidos en los ensayos de laboratorio. Donde, el valor que toma la hipótesis nula es 268.13 kg/cm² que viene hacer la resistencia del concreto patrón (promedio de 3 especímenes), y los valores que toma la hipótesis alternativa son 291.97, 300.53, 308.01, 311.72, 307.36, 300.53, 323.06, 299.26 y 308.47 kg/cm² que vienen hacer las resistencias de los especímenes del concreto adicionado con fibras en 5% (3 especímenes), en 7.5% (3 especímenes) y en 10% (3 especímenes).

4.2.1.1 Prueba de normalidad

a) Se realizó el planteamiento de la normalidad.

H_0 : Los datos de la resistencia a la compresión tienen normalidad.

H_a : Los datos de la resistencia a la compresión no tienen normalidad.

Donde:

H_0 : Hipótesis nula.

H_a : Hipótesis alternativa.

b) El nivel de significancia con que se trabajó es de: $\alpha=5\%$, lo cual significa que el intervalo de confianza es: $100\% - 5\% = 95\%$.

c) Prueba estadística.

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk ya que esta prueba se usa para un número de muestras menores a 50.

d) Regla de decisión.

Si el valor de p es ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula

Si el valor de p es > 0.05 ; se acepta la hipótesis nula

Tabla 9 Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión.

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Resistencia a compresión	0.952	0.716

Nota: Un valor p bajo sugiere una violación del supuesto de normalidad

Fuente: Obtenido del programa estadístico jamovi 2.3.21

e) Conclusión.

Los datos de la resistencia a la compresión axial tienen una normalidad con un nivel de significancia de 5%.

4.2.1.2 Contrastación de la hipótesis

a) Se realizó el planteamiento de la hipótesis.

H_0 : La adición de fibras de acero no influye en el aumento de la resistencia a la compresión del concreto.

H_a : La adición de fibras de acero influye en el aumento de la resistencia a la compresión del concreto.

Donde:

H_0 : hipótesis nula.

H_a : hipótesis alternativa.

b) El nivel de significancia con que se trabajó es de: $\alpha=5\%$, lo cual significa que el intervalo de confianza es: $100\% - 5\% = 95\%$.

c) Prueba estadística.

Se aplicó la prueba de t de Student.

d) Regla de decisión.

Si el valor de p es ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula

Si el valor de p es > 0.05 ; se acepta la hipótesis nula

Tabla 10 Pruebas de contrastación de hipótesis para la resistencia a la compresión.

Prueba T en Una Muestra		Intervalo de Confianza al 95%					
		Estadístico	gl	p	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Resistencia a compresión	T de Student	12.6	8.00	<.001	37.5	32.0	Inf

Nota. $H_0: \mu > 268.13$

Fuente: Obtenido del programa estadístico jamovi 2.3.21

e) Conclusión.

Existe evidencia estadística significativa para decir que la adición de fibras de acero tiene una influencia muy alta con la resistencia a la compresión del concreto ($r=0.932$).

4.2.2 Prueba de hipótesis para la resistencia a la tracción

Para esta prueba se tomaron como datos los valores de resistencia a la tracción de los especímenes a los 28 días de edad, obtenidos en los ensayos de laboratorio. Donde, el valor que toma la hipótesis nula es 23.33 kg/cm² que viene hacer la resistencia del concreto patrón (promedio de 3 especímenes), y los valores que toma la hipótesis alternativa son 23.93, 25.64, 28.15, 23.34, 30.09, 27.64, 30.26, 29.92 y 34.90 kg/cm² que vienen hacer las resistencias de los especímenes del concreto adicionado con fibras en 5% (3 especímenes), en 7.5% (3 especímenes) y en 10% (3 especímenes).

4.2.2.1 Prueba de normalidad

a) Se realizó el planteamiento de la normalidad.

H_0 : Los datos de la resistencia a la tracción tienen normalidad.

H_a : Los datos de la resistencia a la tracción no tienen normalidad.

Donde:

H_0 : Hipótesis nula.

H_a : Hipótesis alternativa.

b) El nivel de significancia con que se trabajó es de: $\alpha=5\%$, lo cual significa que el intervalo de confianza es: $100\% - 5\% = 95\%$.

c) Prueba estadística.

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk ya que esta prueba se usa para un número de muestras menores a 50.

d) Regla de decisión.

Si el valor de p es ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula

Si el valor de p es >0.05 ; se acepta la hipótesis nula

Tabla 11 Pruebas de normalidad para la resistencia a la tracción.

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Resistencia a tracción	0.950	0.686

Nota. Un valor p bajo sugiere una violación del supuesto de normalidad

Fuente: Obtenido del programa estadístico jamovi 2.3.21

e) Conclusión.

Los datos de la resistencia a la tracción tienen una normalidad con un nivel de significancia de 5%.

4.2.2.2 Contrastación de la hipótesis

a) Se realizó el planteamiento de la hipótesis.

H_0 : La adición de fibras de acero no influye en el aumento de la resistencia a la compresión del concreto.

H_a : La adición de fibras de acero influye en el aumento de la resistencia a la compresión del concreto.

Donde:

H_0 : hipótesis nula.

H_a : hipótesis alternativa.

b) El nivel de significancia con que se trabajó es de: $\alpha=5\%$, lo cual significa que el intervalo de confianza es: $100\% - 5\% = 95\%$.

c) Prueba estadística.

Se aplicó la prueba de t de Student.

d) Regla de decisión.

Si el valor de p es ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula

Si el valor de p es > 0.05 ; se acepta la hipótesis nula

Tabla 12 Pruebas de contrastación de hipótesis para la resistencia a la tracción.

Prueba T en Una Muestra

		Estadístico	gl	p	Diferencia de medias	Intervalo de Confianza al 95%	
						Inferior	Superior
Resistencia a tracción	T de Student	4.05	8.00	0.002	4.88	2.64	Inf

Nota. $H_0: \mu > 23.33$

Fuente: Obtenido del programa estadístico jamovi 2.3.21

e) Conclusión.

Existe evidencia estadística significativa para decir que la adición de las fibras de acero tiene una influencia muy alta con la resistencia a la tracción ($r=0.922$).

4.2.3 Prueba de hipótesis para la resistencia a la flexión

Para esta prueba se tomaron como datos los valores de resistencia a la flexión de los especímenes a los 28 días de edad, obtenidos en los ensayos de laboratorio. Donde, el valor que toma la hipótesis nula es 27.49 kg/cm² que viene hacer la resistencia del concreto patrón (promedio de 3 especímenes), y los valores que toma la hipótesis alternativa son 38.28, 34.78, 33.31, 40.05, 40.99, 36.15, 40.9, 44.32 y 47.46 kg/cm² que vienen hacer las resistencias de los especímenes del concreto adicionado con fibras en 5% (3 especímenes), en 7.5% (3 especímenes) y en 10% (3 especímenes).

4.2.3.1 Prueba de normalidad

a) Se realizó el planteamiento de la normalidad.

H_0 : Los datos de la resistencia a la flexión tienen normalidad.

H_a : Los datos de la resistencia a la flexión no tienen normalidad.

Donde:

H_0 : Hipótesis nula.

H_a : Hipótesis alternativa.

b) El nivel de significancia con que se trabajó es de: $\alpha=5\%$, lo cual significa que el intervalo de confianza es: $100\% - 5\% = 95\%$.

c) Prueba estadística.

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk ya que esta prueba se usa para un número de muestras menores a 50.

d) Regla de decisión.

Si el valor de p es ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula

Si el valor de p es > 0.05 ; se acepta la hipótesis nula

Tabla 13 Pruebas de normalidad para la resistencia a la flexión.

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Resistencia a flexión	0.971	0.903

Nota. Un valor p bajo sugiere una violación del supuesto de normalidad

Fuente: Obtenido del programa estadístico jamovi 2.3.21

e) Conclusión.

Los datos de la resistencia a la flexión tienen una normalidad con un nivel de significancia de 5%.

4.2.3.2 Contrastación de la hipótesis

a) Se realizó el planteamiento de la hipótesis.

H_0 : La adición de fibras de acero no influye en el aumento de la resistencia a la flexión del concreto.

H_a : La adición de fibras de acero influye en el aumento de la resistencia a la flexión del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$).

Donde:

H_0 : hipótesis nula.

H_a : hipótesis alternativa.

b) El nivel de significancia con que se trabajó es de: $\alpha = 5\%$, lo cual significa que el intervalo de confianza es: $100\% - 5\% = 95\%$.

c) Prueba estadística.

Se aplicó la prueba de t de Student.

d) Regla de decisión.

Si el valor de p es ≤ 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula

Si el valor de p es > 0.05 ; se acepta la hipótesis nula

Tabla 14 Pruebas de contrastación de hipótesis para la resistencia a la flexión.

Prueba T en Una Muestra

		Estadístico	gl	p	Diferencia de medias	Intervalo de Confianza al 95%	
						Inferior	Superior
Resistencia a flexión	T de Student	26.2	8.00	< .001	39.6	36.8	Inf

Nota: $H_0: \mu > 0$

Fuente: Obtenido del programa estadístico jamovi 2.3.21

e) Conclusión.

Existe evidencia estadística significativa para decir que la adición de fibras de acero tiene una influencia muy alta con la resistencia a la flexión del concreto ($r=0.904$).

4.3 Diseño del pavimento**4.3.1 Comparación de resultados del diseño**

La comparación del diseño de pavimentos se hizo entre el pavimento rígido patrón (concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sin fibra de acero) y el pavimento rígido adicionado con fibra de acero (concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con 5% fibra). El diseño se hizo para la calle denominado Jr. Pikimachay, que es uno de los tramos que se ha ejecutado en la Obra “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal en la Asociación 16 de abril del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho” en la cual esta investigación se enmarca, determinándose para su diseño a dicha calle como una vía arterial que será pavimentada con los criterios de pavimento rígido urbano. El diseño se realizó con la metodología AASHTO 93 y de acuerdo con las normativas peruanas como son la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos (2010) y el Manual de carreteras del MTC (2014). A continuación se presenta los datos y resultados obtenidos en el diseño de ambos pavimentos.

Tabla 15 Resultados del diseño de pavimentos.

Ítem	Descripción	Pavimento rígido patrón	Pavimento rígido adicionado con fibra
Datos	Ejes equivalentes (EE):	149,127.00	149,127.00
	CBR Subrasante (%):	15.00	15.00
	CBR Sub-base (%):	40.00	40.00
	Espesor de la sub-base granular (%):	20.00	20.00
	F'c del concreto (Kg/cm ²):	210.00	280.00
	Mr del concreto (Kg/cm ²):	27.49	35.46
	Coefficiente de drenaje del Capa Granular (Cd):	0.9	0.9
Resultados	Coefficiente de transmisión de carga en las juntas (J):	3.80	3.80
	Espesor de la losa del concreto (m):	0.20	0.15

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Costos del pavimento

4.4.1 Comparación de costos

La comparación de costo se hizo entre el pavimento rígido patrón (concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, espesor de losa = 20cm, sin fibra de acero) y el pavimento rígido adicionado con fibra de acero (concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, espesor de losa = 15cm, con 5% fibra de acero). A continuación se presenta el análisis de precios unitarios y el presupuesto de ambos pavimentos para las partidas de encofrado y concreto, ya que estas partidas son las que influyen en la diferencia del costo entre ambos pavimentos.

Tabla 16 Análisis de precios unitarios sin fibra

Partida	01.01.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO.				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2		64.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	23.45	13.40
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	18.52	10.58
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5714	16.74	9.57
33.55						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.2500	6.17	1.54
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0860	6.00	0.52
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1800	6.00	1.08
0203020005	ESTACAS DE FIERRO Ø1/2"	var		0.1000	5.00	0.50
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3.5900	7.40	26.57
30.21						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	33.55	1.01
1.01						
Partida	01.01.02	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSA (e=20 cm)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		463.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	1.0667	23.45	25.01
0147010003	OFICIAL	hh	4.0000	1.0667	18.52	19.76
0147010004	PEON	hh	6.0000	1.6000	16.74	26.78
71.55						
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.7100	76.30	54.17
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	65.00	33.15
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.0400	26.80	242.27
0239050000	AGUA	m3		0.2133	1.00	0.21
0253000003	PETROLEO DIESEL D-2	gln		0.6000	13.50	8.10
337.90						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	71.55	2.15
0349070051	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP INC. COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.2667	16.00	4.27
0349100023	MEZCLADORA DE CONCRETO CARMIX 3.5 m3	hm	1.0000	0.2667	180.00	48.01
54.43						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Análisis de precios unitarios con fibra

Partida	01.01.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO.						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000		Costo unitario directo por : m2		64.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	23.45	13.40		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	18.52	10.58		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5714	16.74	9.57		
						33.55		
	Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.2500	6.17	1.54		
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0860	6.00	0.52		
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1800	6.00	1.08		
0203020005	ESTACAS DE FIERRO Ø1/2"	var		0.1000	5.00	0.50		
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3.5900	7.40	26.57		
						30.21		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	33.55	1.01		
						1.01		
Partida	01.01.02	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSA CON 5% FA (e=15 cm)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : m3		571.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	5.0000	1.3333	23.45	31.27		
0147010003	OFICIAL	hh	4.0000	1.0667	18.52	19.76		
0147010004	PEON	hh	7.0000	1.8667	16.74	31.25		
						82.28		
	Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.7100	76.30	54.17		
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	65.00	33.15		
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.0400	26.80	242.27		
0221000093	FIBRA DE ACERO TIPO I (65/35)	kg		19.2200	5.42	104.17		
0239050000	AGUA	m3		0.2133	1.00	0.21		
						433.97		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	82.28	2.47		
0349070051	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP INC. COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.2667	16.00	4.27		
0349100023	MEZCLADORA DE CONCRETO CARMIX 3.5 m3	hm	1.0000	0.2667	180.00	48.01		
						54.75		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Presupuesto sin fibra

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTOS				539,612.05
01.01	PAVIMENTO RIGIDO (E= 0.20 M)				539,612.05
01.01.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO.	m2	995.84	64.77	64,487.60
01.01.02	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSA (e=20 cm)	m3	1,024.24	463.88	475,124.45
	Costo Directo				539,612.05

SON: QUINIENTOS TRENTINUEVE MIL SEISCIENTOS DOCE Y 05/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Presupuesto con fibra

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTOS				486,996.48
01.01	PAVIMENTO RIGIDO (E= 0.15 M)				486,996.48
01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO.	m2	746.73	64.77	48,365.70
01.01.02	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA LOSA CON 5% FA (e=15 cm)	m3	768.18	571.00	438,630.78
	Costo Directo				486,996.48

SON : CUATROCIENTOS OCHENTISEIS MIL NOVECIENTOS NOVENTISEIS Y 48/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 16 y en la tabla 17, en el pavimento rígido patrón (concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, espesor de losa= 20cm, sin fibra de acero) para la partida de concreto su costo es de s/ 463.88 por metro cúbico de concreto, mientras que para el pavimento rígido adicionado con fibra de acero (concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, espesor de losa= 15cm, con 5% fibra de acero) esta partida cuesta s/ 571.00 por metro cúbico, existiendo un incremento en el costo de s/ 107.12 por metro cúbico. Sin embargo se debe tener en cuenta que el espesor de la losa de concreto influye significativamente en el costo por metro cúbico de concreto, ya que para la partida de concreto con un espesor de losa de 15 cm se requiere más mano de obra que para la partida de concreto con un espesor de losa de 20 cm, pero la ventaja es que con la partida de concreto con menor espesor de losa se ejecutará más cantidad de pavimento que con una partida de concreto con mayor espesor de losa.

También se observa que en el pavimento rígido patrón (concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, espesor de losa= 20cm, sin fibra de acero) para la partida de encofrado y desencofrado su costo es de s/ 64.77 por metro cuadrado, y que para el pavimento rígido adicionado con fibra de acero (concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, espesor de losa= 15cm, con 5% fibra de acero) esta partida cuesta lo mismo, s/ 64.77 por metro cuadrado, no existiendo una diferencia de costo por metro cuadrado. Sin embargo la ventaja radica en que a menor espesor de la losa de concreto menor será la cantidad de metrado para esta partida. Dichas ventajas se pueden apreciar mejor en la siguiente tabla de metrados.

Tabla 20 Comparación de metrados.

Proyecto	Partida	Largo (m)	Alto (m)	Total	UND
Pavimento rígido patrón	Encofrado y desencofrado de losa de concreto	4978.20	0.20	995.64	m2
Pavimento rígido adicionado con fibra	Encofrado y desencofrado de losa de concreto	4978.20	0.15	746.73	m2
Proyecto	Partida	Área (m2)	Alto (m)	Total	UND
Pavimento rígido patrón	Concreto F'c=210kg/cm2 para losa	5121.20	0.20	1024.24	m3
Pavimento rígido adicionado con fibra	Concreto F'c=210kg/cm2 para losa	5121.20	0.15	768.18	m3

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente al observar la tabla 18 y la tabla 19, se muestra que el monto del proyecto disminuye de s/ 539612.05 (en el proyecto con pavimento rígido patrón) al monto de s/ 486996.48 (en el proyecto con pavimento rígido adicionado con fibra de acero), siendo la diferencia del monto s/ 52615.57. Concluyéndose que si es factible economicamente implementar estos tipos de proyectos en la Ciudad de Ayacucho.

Capítulo V

Conclusiones

5.1 Conclusiones

1. La resistencia a compresión del concreto adicionado con fibras de acero mejoran comparativamente con respecto al del concreto patrón (concreto sin fibra de acero). Estableciéndose una proporcionalidad directa entre la cantidad de fibras de acero adicionada y la resistencia a compresión del concreto, a mayor cantidad de fibra adicionada mayor resistencia a compresión del concreto.
2. La resistencia a flexión del concreto adicionado con fibras de acero mejoran comparativamente con respecto al del concreto patrón (concreto sin fibra de acero). Estableciéndose una proporcionalidad directa entre la cantidad de fibras de acero adicionada y la resistencia a flexión del concreto, a mayor cantidad de fibra adicionada mayor resistencia a flexión del concreto.
3. La resistencia a tracción del concreto adicionado con fibras de acero mejoran comparativamente con respecto al del concreto patrón (concreto sin fibra de acero). Estableciéndose una proporcionalidad directa entre la cantidad de fibras de acero adicionada y la resistencia a tracción del concreto, a mayor cantidad de fibra adicionada mayor resistencia a tracción del concreto.
4. La proporción óptima de fibras de acero a adicionar al concreto patrón del pavimento rígido del Jr. Pikimachay es el de 5%, ya que con este porcentaje se logró:
 - Incrementar la resistencia a flexión a 35.46 kg/cm² del concreto patrón que era tan sólo de 27.49 kg/cm², de esta manera cumplir con la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos 2010, la cual establece que la resistencia a flexión del concreto para un pavimento rígido urbano debe ser mayor o igual a 34.00 kg/cm².
 - Incrementar la resistencia a compresión a 300.17 kg/cm² del concreto patrón que era tan sólo de 268.13 kg/cm², de esta manera cumplir con el Manual de carreteras del MTC 2014 (AASHTO 93), la cual establece que la resistencia a compresión del

concreto para un pavimento rígido con EE (ejes equivalentes) menores o iguales a 5 millones debe ser mínimo de 280 kg/cm².

5. El costo del pavimento rígido adicionado con 5% de fibras de acero (s/ 486,996.48) es menor en comparación con el costo del pavimento rígido patrón (s/ 539,612.05). Siendo la diferencia de costo de s/ 52,615.57 para la ejecución de 5121.20 m² de calles a pavimentar, considerando solamente las partidas de encofrado y desencofrado de losa de concreto y la partida de concreto para losa. Generándose un ahorro de s/ 10.27 por cada metro cuadrado de calles a pavimentar, considerando solamente las partidas de encofrado y desencofrado de losa de concreto y la partida de concreto para losa.

5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda el uso de fibras de acero en la cantidad de 5% con respecto al peso del cemento, con el fin de cumplir con la normas peruanas de diseño de pavimento, y reducir costos de producción, para cualquier pavimento rígido urbano de vías locales, colectoras o arteriales. Ya que estos tipos de pavimentos están contruidos con concretos de $F'c$ menores o iguales a 280 kg/cm² y M_r mínimo de 34 kg/cm², y que estos valores se alcanzan al añadir 5 % de fibras de acero al concreto patrón de $F'c=210$ kg/cm².
2. Se recomienda evaluar la opción de añadir fibras de acero al concreto patrón de cualquier pavimento rígido urbano o de carretera, ya que existe un porcentaje óptimo de fibra que pueda mejorar la resistecia a compresión, flexión y tracción del concreto, mejorar la durabilidad del concreto, disminuir el costo y tiempo de producción del concreto, aparte de lo beneficios ya conocidos como son:
 - . Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
 - . Incrementa la ductilidad y absorción de energía (Resistencia a la tensión).
 - . Reducción de la fisuración por retracción.
3. Se recomienda que las fibras de acero deberán cumplir con la Norma ASTM A820 y deberá contar con alguna certificación internacional de calidad tipo ISO o similar.
4. En el diseño de pavimentos rígidos urbanos el espesor de la losa de concreto obtenido por el método AASTHO 93 que contempla la Norma CE.010 o Manual de carreteras de la MTC 2014, no se toma directamente, sino que se debe comparar con el espesor mínimo que establece esta norma que para el caso de vías locales, colectoras o arteriales

es mayor o igual a 15 cm, y esto se debe a que la Norma CE.010 o el Manual de carreteras de la MTC 2014 no contempla en su marco normativo el esfuerzo y deformaciones por variación de temperatura.

5.3 Trabajos futuros

1. Analizar la influencia de las fibras de acero en la resistencia al esfuerzo y deformaciones por variación de temperatura del pavimento rígido. Recomendando que las norma peruanas contemplen el análisis por variación de temperatura en su marco normativo y teniéndose un control del gradiente de temperatura de las zonas o ciudades con temperaturas más variables.
2. Hacer un análisis específico de la influencia de las fibras de acero en la durabilidad del pavimento rígido.
3. Realizar más investigaciones que demuestren que las fibras de acero son aditivos necesarios estructural y economicamente para el concreto de cualquier tipo de pavimento rígido, de esta manera fomentar el uso de las fibras de acero en la construcción de pavimentos a nivel regional y nacional.

Bibliografía

- Callister, W. (2007). *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales* (2a ed.).
- Guevara, M. E. M. (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. México: MC Draw Hill.
- Hernández, R., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed. Vol. 148). México: MC Draw Hill.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Sección suelos y pavimentos* (cit. on p. 11).
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos* (2a ed.). Editorial Limusa, S.A. de C.V.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto* (2a ed.). Perú.
- Quichua, W. Q. (2019). *Incidencia de fibras de polipropileno en la durabilidad del concreto simple, aplicado en pavimentos rígidos livianos* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010). *Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos*.
- Rivva, E. (2013). *Diseño de Mezclas* (2a ed.). Perú.
- Sotil, A. (2013). *Introducción a la Ingeniería de Pavimentos*. Perú.

Anexo A

Tablas de ensayo de laboratorio

A.1 Ensayo a la compresión axial del concreto (NTP 339.034 / MTC E 704)

Tabla A.1 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, sin fibra, edad 7 días.

Nº de probeta	1	2	3
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	22/06/2022	22/06/2022	22/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.05	150.10	149.15
Altura del espécimen (mm)	304.60	303.28	301.95
Peso del espécimen (gr)	12 510	12 350	12 190
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.29	2.30	2.31
Fuerza (Kn)	323.10	324.31	331.52
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	183.98	187.02	193.62
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)		188.2	
Resistencia de diseño (Kg/cm2)		210	
Resistencia del testigo (%)	88	89	92
Resistencia del ensayo (%)		90	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.2 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, sin fibra, edad 14 días.

N° de probeta	4	5	6
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	29/06/2022	29/06/2022	29/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.40	149.75	149.10
Altura del espécimen (mm)	300.20	300.28	300.35
Peso del espécimen (gr)	12 270	12 175	12 080
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.30	2.30	2.30
Fuerza (Kn)	417.71	416.67	421.80
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	239.74	241.40	246.51
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	242.6		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	114	115	117
Resistencia del ensayo (%)	116		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.3 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, sin fibra, edad 28 días.

N° de probeta	7	8	9
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.45	149.90	149.90
Altura del espécimen (mm)	300.45	299.60	300.35
Peso del espécimen (gr)	12 390	12 180	12 230
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.29	2.30	2.31
Fuerza (Kn)	474.60	449.79	476.45
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	268.83	260.07	275.48
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	268.13		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	128	124	131
Resistencia del ensayo (%)	128		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.4 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 7 días.

N° de probeta	10	11	12
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	22/06/2022	22/06/2022	22/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.15	149.83	149.50
Altura del espécimen (mm)	299.40	301.15	302.90
Peso del espécimen (gr)	12 460	12 490	12 520
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.35	2.35	2.35
Fuerza (Kn)	376.13	386.74	387.17
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	216.76	223.84	225.06
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)		221.9	
Resistencia de diseño (Kg/cm2)		210	
Resistencia del testigo (%)	103	107	107
Resistencia del ensayo (%)		106	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.5 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 14 días.

N° de probeta	13	14	15
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	29/06/2022	29/06/2022	29/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.65	150.98	150.30
Altura del espécimen (mm)	300.60	300.55	300.50
Peso del espécimen (gr)	12 707	12 624	12 540
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.34	2.35	2.35
Fuerza (Kn)	441.51	452.64	472.19
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	249.42	258.12	271.57
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)		259.7	
Resistencia de diseño (Kg/cm2)		210	
Resistencia del testigo (%)	119	123	129
Resistencia del ensayo (%)		124	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.6 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 28 días.

N° de probeta	16	17	18
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.35	150.45	150.60
Altura del espécimen (mm)	300.55	304.00	302.95
Peso del espécimen (gr)	12 413	12 814	12 606
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.33	2.37	2.34
Fuerza (Kn)	508.00	523.59	537.69
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	291.97	300.53	308.01
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	300.17		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	139	143	147
Resistencia del ensayo (%)	143		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.7 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 7 días.

N° de probeta	19	20	21
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	22/06/2022	22/06/2022	22/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.25	150.78	150.30
Altura del espécimen (mm)	302.65	301.70	300.75
Peso del espécimen (gr)	12 978	12 789	12 599
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.39	2.37	2.36
Fuerza (Kn)	396.69	384.84	364.99
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	226.43	219.94	209.92
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	218.80		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	108	105	100
Resistencia del ensayo (%)	104		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.8 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 14 días.

N° de probeta	22	23	24
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	29/06/2022	29/06/2022	29/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.25	150.35	150.45
Altura del espécimen (mm)	307.85	308.28	308.70
Peso del espécimen (gr)	12 665	12 759	12 853
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.32	2.33	2.34
Fuerza (Kn)	465.08	471.28	483.48
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	267.66	270.87	277.51
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	272.0		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	127	129	132
Resistencia del ensayo (%)	130		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.9 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 28 días.

N° de probeta	25	26	27
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.55	151.50	151.35
Altura del espécimen (mm)	304.15	301.60	304.20
Peso del espécimen (gr)	12 896	12 929	12 922
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.35	2.38	2.36
Fuerza (Kn)	551.04	542.98	529.86
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	311.72	307.36	300.53
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	306.5		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	148	146	143
Resistencia del ensayo (%)	146		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.10 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 7 días.

N° de probeta	28	29	30
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	16/06/2022	16/06/2022	16/06/2022
Fecha de rotura	23/06/2022	23/06/2022	23/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	153.60	152.28	150.96
Altura del espécimen (mm)	305.40	307.30	309.20
Peso del espécimen (gr)	13 509	13 459	13 409
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.39	2.40	2.42
Fuerza (Kn)	415.25	409.01	396.38
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	228.67	229.16	226.00
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	227.9		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	109	109	108
Resistencia del ensayo (%)	109		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.11 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 14 días.

N° de probeta	31	32	33
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	16/06/2022	16/06/2022	16/06/2022
Fecha de rotura	30/06/2022	30/06/2022	30/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.95	151.55	151.16
Altura del espécimen (mm)	302.71	302.73	302.75
Peso del espécimen (gr)	12 931	13 027	13 122
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.36	2.39	2.42
Fuerza (Kn)	480.84	487.38	487.82
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	270.57	275.70	277.40
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	274.6		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	129	131	132
Resistencia del ensayo (%)	131		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.12 Rotura a la compresión de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 28 días.

N° de probeta	34	35	36
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	16/06/2022	16/06/2022	16/06/2022
Fecha de rotura	14/07/2022	14/07/2022	14/07/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.15	151.65	152.65
Altura del espécimen (mm)	304.35	305.40	306.30
Peso del espécimen (gr)	12 993	13 303	13 444
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.38	2.41	2.40
Fuerza (Kn)	568.09	529.72	553.25
Resistencia del espécimen (Kg/cm2)	323.06	299.26	308.47
Promedio resistencia ensayo (Kg/cm2)	310.3		
Resistencia de diseño (Kg/cm2)	210		
Resistencia del testigo (%)	154	143	147
Resistencia del ensayo (%)	148		

Fuente: Elaboración propia.

A.2 Ensayo a la tracción indirecta del concreto (MTC E 708)

Tabla A.13 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, sin fibra, edad 7 días.

Nº de probeta	1	2	3
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	22/06/2022	22/06/2022	22/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.55	150.75	150.35
Altura del espécimen (mm)	304.01	303.58	303.15
Peso del espécimen (gr)	12 548	12 445	12 342
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.30	2.30	2.29
Fuerza (Kn)	110.63	114.92	113.21
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	15.63	16.30	16.13
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		16.0	
Resistencia a la tracción (kpa)	1 533	1 599	1 581
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		1 571	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.14 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, sin fibra, edad 14 días.

N° de probeta	4	5	6
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	29/06/2022	29/06/2022	29/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.70	151.43	151.15
Altura del espécimen (mm)	302.00	300.63	299.25
Peso del espécimen (gr)	12 570	12 485	12 400
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.30	2.31	2.31
Fuerza (Kn)	127.66	121.66	121.65
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	18.09	17.35	17.46
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		17.6	
Resistencia a la tracción (kpa)	1 774	1 701	1 712
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		1 729	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.15 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, sin fibra, edad 28 días.

N° de probeta	7	8	9
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Diámetro del espécimen (mm)	148.85	150.05	151.55
Altura del espécimen (mm)	300.65	299.35	300.60
Peso del espécimen (gr)	11 915	12 147	12 416
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.28	2.29	2.29
Fuerza (Kn)	146.58	175.30	164.16
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	21.26	25.34	23.39
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		23.33	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 085	2 485	2 294
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 288	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.16 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 7 días.

N° de probeta	10	11	12
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	22/06/2022	22/06/2022	22/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.81	152.70	153.60
Altura del espécimen (mm)	304.62	305.72	306.83
Peso del espécimen (gr)	12 849	13 070	13 291
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.33	2.33	2.34
Fuerza (Kn)	147.40	152.85	162.31
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	20.69	21.26	22.36
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		21.4	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 029	2 084	2 193
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 102	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.17 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 14 días.

N° de probeta	13	14	15
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	29/06/2022	29/06/2022	29/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.50	150.23	149.95
Altura del espécimen (mm)	304.35	302.58	300.80
Peso del espécimen (gr)	12 694	12 587	12 479
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.34	2.35	2.35
Fuerza (Kn)	158.60	165.34	166.08
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	22.48	23.61	23.90
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		23.3	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 204	2 316	2 344
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 288	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.18 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 5% fibra, edad 28 días.

Nº de probeta	16	17	18
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.50	151.50	152.40
Altura del espécimen (mm)	300.10	305.05	302.30
Peso del espécimen (gr)	12 490	12 691	12 953
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.34	2.31	2.35
Fuerza (Kn)	166.45	182.50	199.76
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	23.93	25.64	28.15
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		25.91	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 346	2 514	2 760
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 540	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.19 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 7 días.

Nº de probeta	19	20	21
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	22/06/2022	22/06/2022	22/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.51	150.80	151.10
Altura del espécimen (mm)	306.83	306.89	306.95
Peso del espécimen (gr)	12 989	12 968	12 947
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.38	2.37	2.35
Fuerza (Kn)	184.65	171.94	167.23
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	25.96	24.12	23.41
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		24.50	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 546	2 365	2 295
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 402	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.20 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 14 días.

N° de probeta	22	23	24
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	29/06/2022	29/06/2022	29/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	149.75	150.43	151.10
Altura del espécimen (mm)	301.40	300.85	300.30
Peso del espécimen (gr)	12 590	12 686	12 781
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.37	2.37	2.37
Fuerza (Kn)	192.94	188.15	173.36
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	27.75	26.99	24.80
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		26.5	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 721	2 647	2 432
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 600	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.21 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 7.5% fibra, edad 28 días.

N° de probeta	25	26	27
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.30	151.85	150.40
Altura del espécimen (mm)	302.35	305.75	302.25
Peso del espécimen (gr)	12 599	13 034	12 675
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.35	2.35	2.36
Fuerza (Kn)	163.38	215.20	193.53
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	23.34	30.09	27.64
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		27.02	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 289	2 951	2 710
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 650	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.22 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 7 días.

Nº de probeta	28	29	30
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	16/06/2022	16/06/2022	16/06/2022
Fecha de rotura	23/06/2022	23/06/2022	23/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	150.01	150.52	151.03
Altura del espécimen (mm)	307.30	306.83	306.36
Peso del espécimen (gr)	12 956	13 101	12 245
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.39	2.40	2.41
Fuerza (Kn)	171.32	186.33	193.34
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	24.13	26.19	27.13
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		25.8	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 366	2 569	2 660
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 532	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.23 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 14 días.

Nº de probeta	31	32	33
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	16/06/2022	16/06/2022	16/06/2022
Fecha de rotura	30/06/2022	30/06/2022	30/06/2022
Diámetro del espécimen (mm)	152.26	151.64	151.01
Altura del espécimen (mm)	304.48	309.29	314.10
Peso del espécimen (gr)	13 089	13 215	13 340
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.36	2.37	2.37
Fuerza (Kn)	187.03	190.28	203.52
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	26.19	26.34	27.86
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		26.8	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 568	2 583	2 732
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		2 628	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.24 Rotura a la tracción de los testigos de concreto, 10% fibra, edad 28 días.

N° de probeta	34	35	36
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	16/06/2022	16/06/2022	16/06/2022
Fecha de rotura	14/07/2022	14/07/2022	14/07/2022
Diámetro del espécimen (mm)	151.70	150.50	150.25
Altura del espécimen (mm)	300.00	298.35	299.50
Peso del espécimen (gr)	12 904	12 491	12 818
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.38	2.35	2.41
Fuerza (Kn)	212.10	206.93	241.90
Resistencia a la tracción (Kg/cm2)	30.26	29.92	34.90
Promedio resistencia a la tracción (Kg/cm2)		31.69	
Resistencia a la tracción (kpa)	2 967	2 934	3 422
Promedio resistencia a la tracción (kpa) (%)		3 108	

Fuente: Elaboración propia.

A.3 Ensayo a la flexión del concreto (NTP 339.078 / MTC E 709)

Tabla A.25 Rotura a la flexión de los testigos de concreto, sin fibra, edad 28 días.

Nº de probeta	1	2	3
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Longitud del espécimen (mm)	532.00	532.00	531.00
Ancho del espécimen (mm)	155.00	156.00	156.00
Altura del espécimen (mm)	155.00	156.00	156.00
Peso del espécimen (gr)	28 208	28 446	29 496
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.28	2.29	2.30
Fuerza (Kn)	17.94	19.54	22.91
Módulo de rotura R (Kg/cm2)	25.23	27.32	29.93
Promedio módulo de rotura R (Kg/cm2)		27.49	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.26 Rotura a la flexión de los testigos de concreto, 5 % fibra, edad 28 días.

Nº de probeta	4	5	6
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Longitud del espécimen (mm)	535.00	530.00	530.00
Ancho del espécimen (mm)	156.00	154.00	154.00
Altura del espécimen (mm)	156.00	154.00	154.00
Peso del espécimen (gr)	29 996	29 455	29 299
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.33	2.33	2.35
Fuerza (Kn)	28.69	26.34	24.57
Módulo de rotura R (Kg/cm2)	38.28	34.78	33.31
Promedio módulo de rotura R (Kg/cm2)		35.46	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.27 Rotura a la flexión de los testigos de concreto, 7.5 % fibra, edad 28 días.

N° de probeta	7	8	9
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	15/06/2022	15/06/2022	15/06/2022
Fecha de rotura	13/07/2022	13/07/2022	13/07/2022
Longitud del espécimen (mm)	532.00	534.00	532.00
Ancho del espécimen (mm)	153.00	152.00	153.00
Altura del espécimen (mm)	153.00	152.00	153.00
Peso del espécimen (gr)	29 431	29 058	29 136
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.36	2.37	2.37
Fuerza (Kn)	29.23	28.83	25.70
Módulo de rotura R (Kg/cm2)	40.05	40.99	36.15
Promedio módulo de rotura R (Kg/cm2)		39.06	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.28 Rotura a la flexión de los testigos de concreto, 10 % fibra, edad 28 días.

N° de probeta	10	11	12
Muestra	M1	M2	M3
Fecha de modelo	16/06/2022	16/06/2022	16/06/2022
Fecha de rotura	14/07/2022	14/07/2022	14/07/2022
Longitud del espécimen (mm)	533.00	532.00	532.00
Ancho del espécimen (mm)	153.00	152.00	155.00
Altura del espécimen (mm)	153.00	152.00	155.00
Peso del espécimen (gr)	29 576	29 906	29 707
Peso unitario aparente (tn/m3)	2.39	2.42	2.40
Fuerza (Kn)	29.40	32.13	33.73
Módulo de rotura R (Kg/cm2)	40.90	44.32	47.46
Promedio módulo de rotura R (Kg/cm2)		44.23	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B

Panel fotográfico



Figura B.1 Agregados de la Cantera Chillico puesto en Obra.

Fuente: Elaboración propia



Figura B.2 Llenado de concreto en el cono de Abrams, y medición del asentamiento (slump).

Fuente: Elaboración propia



Figura B.3 Vaciado de concreto de pavimento en la Primera cuadra del Jr. Pikimachay.
Fuente: Elaboración propia



Figura B.4 Obtención de muestra para la elaboración de los testigos de concreto patrón, en la Primera cuadra del Jr. Pikimachay.
Fuente: Elaboración propia



Figura B.5 Preparado del concreto adicionando fibras de acero en 5 % respecto al peso del cemento.
Fuente: Elaboración propia



Figura B.6 Obtención de testigos de concreto adicionado con fibras de acero en 5 % respecto al peso de cemento.
Fuente: Elaboración propia

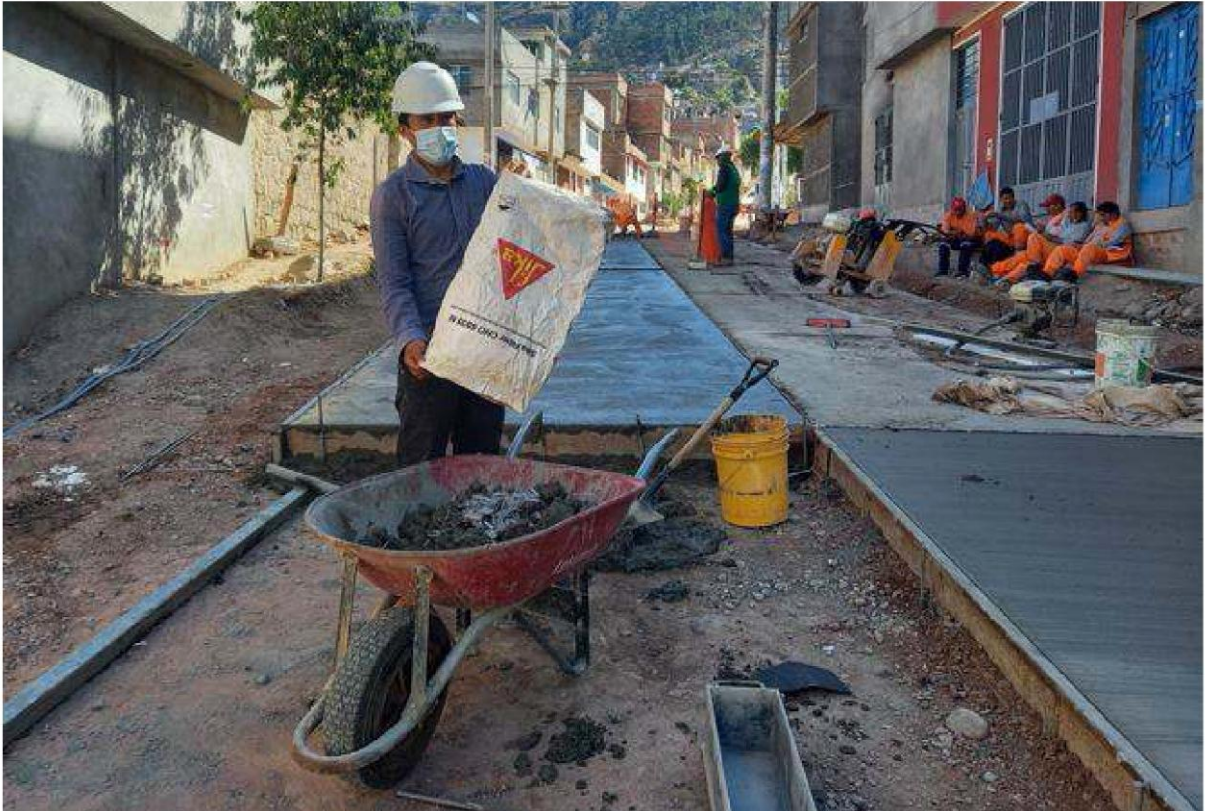


Figura B.7 Preparado del concreto adicionando fibras de acero en 7.5 % respecto al peso del cemento.

Fuente: Elaboración propia



Figura B.8 Obtención de testigos de concreto adicionado con fibras de acero en 7.5 % respecto al peso de cemento.

Fuente: Elaboración propia



Figura B.9 Preparado del concreto adicionando fibras de acero en 10 % respecto al peso del cemento.

Fuente: Elaboración propia



Figura B.10 Obtención de testigos de concreto adicionado con fibras de acero en 10 % respecto al peso de cemento.

Fuente: Elaboración propia



Figura B.11 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 7 días.

Fuente: Elaboración propia



Figura B.12 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 14 días.

Fuente: Elaboración propia



Figura B.13 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 28 días.

Fuente: Elaboración propia



Figura B.14 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 5 % del peso de cemento, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.15 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 7.5 % del peso de cemento, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.16 Rotura a la compresión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 10 % del peso de cemento, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.17 Rotura a la flexión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.18 Rotura a la flexión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 5 % del peso de cemento, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.19 Rotura a la flexión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 7.5 % del peso de cemento, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.20 Rotura a la flexión de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 10 % del peso de cemento, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.21 Rotura a la tracción de los testigos de concreto en prensa hidráulica, sin fibra, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.22 Rotura a la tracción de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 5 % del peso de cemento, edad 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura B.23 Rotura a la tracción de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 7.5 % del peso de cemento, edad 28 días
Fuente: Elaboración propia



Figura B.24 Rotura a la tracción de los testigos de concreto en prensa hidráulica, fibra 10 % del peso de cemento, edad 28 días
Fuente: Elaboración propia

Anexo C

Costo del pavimento

C.1 Costo del pavimento sin considerar fibras de acero

Tabla C.29 Presupuesto

Presupuesto	0495001	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022.		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO RÍGIDO F'c = 210 kg/cm2 E= 20 cm - Concreto patrón (Sin considerar fibra de acero).		
Cliente		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	Costo al	09/06/2022
Lugar		AYACUCHO - HUAMANGA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CI		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTOS				539,612.05
01.01	PAVIMENTO RIGIDO (E= 0.20 M)				539,612.05
01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO.	m2	995.64	64.77	64,487.60
01.01.02	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA LOSA (e=20 cm)	m3	1,024.24	463.88	475,124.45
	Costo Directo				539,612.05

SON : QUINIENTOS TRENTINUEVE MIL SEISCIENTOS DOCE Y 05/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.30 Análisis de precios unitarios
Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0495001	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022.		Fecha presupuesto	09/06/2022	
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO RÍGIDO F'c = 210 kg/cm2 E= 20 cm - Concreto patrón (Sin considerar fibra de acero).				
Partida	01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO.				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2	64.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	23.45	13.40
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	18.52	10.58
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5714	16.74	9.57
						33.55
	Materiales					
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.2500	6.17	1.54
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0860	6.00	0.52
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1800	6.00	1.08
0203020005	ESTACAS DE FIERRO Ø1/2"	var		0.1000	5.00	0.50
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3.5900	7.40	26.57
						30.21
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	33.55	1.01
						1.01
Partida	01.01.02	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA LOSA (e=20 cm)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3	463.88	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	1.0667	23.45	25.01
0147010003	OFICIAL	hh	4.0000	1.0667	18.52	19.76
0147010004	PEON	hh	6.0000	1.6000	16.74	26.78
						71.55
	Materiales					
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.7100	76.30	54.17
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	65.00	33.15
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.0400	26.80	242.27
0239050000	AGUA	m3		0.2133	1.00	0.21
0253000003	PETROLEO DIESEL D-2	gln		0.6000	13.50	8.10
						337.90
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	71.55	2.15
0349070051	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP INC. COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.2667	16.00	4.27
0349100023	MEZCLADORA DE CONCRETO CARMIX 3.5 m3	hm	1.0000	0.2667	180.00	48.01
						54.43

Fuente: Elaboración propia

C.2 Costo del pavimento considerando fibras de acero

Tabla C.31 Presupuesto

Presupuesto	0495001	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022.		Costo al	09/06/2022
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 210 kg/cm2 E= 15 cm - Con 5% FA			
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA				
Lugar	AYACUCHO - HUAMANGA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CI				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	PAVIMENTOS				486,996.48
01.01	PAVIMENTO RÍGIDO (E= 0.15 M)				486,996.48
01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO.	m2	746.73	64.77	48,365.70
01.01.02	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA LOSA CON 5% FA (e=15 cm)	m3	768.18	571.00	438,630.78
	Costo Directo				486,996.48

SON : CUATROCIENTOS OCHENTISEIS MIL NOVECIENTOS NOVENTISEIS Y 48/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.32 Análisis de precios unitarios**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0495001	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022.					
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO RÍGIDO F'c= 210 kg/cm2 E= 15 cm - Con 5% FA				Fecha presupuesto	09/06/2022
Partida	01.01.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO.					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2			64.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	23.45	13.40	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	18.52	10.58	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5714	16.74	9.57	
							33.55
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.2500	6.17	1.54	
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.0860	6.00	0.52	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1800	6.00	1.08	
0203020005	ESTACAS DE FIERRO Ø1/2"	var		0.1000	5.00	0.50	
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3.5900	7.40	26.57	
							30.21
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	33.55	1.01	
							1.01
Partida	01.01.02	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 PARA LOSA CON 5% FA (e=15 cm)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3			571.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	5.0000	1.3333	23.45	31.27	
0147010003	OFICIAL	hh	4.0000	1.0667	18.52	19.76	
0147010004	PEON	hh	7.0000	1.8667	16.74	31.25	
							82.28
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.7100	76.30	54.17	
0206010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	65.00	33.15	
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.0400	26.80	242.27	
0221000093	FIBRA DE ACERO TIPO I (65/35)	kg		19.2200	5.42	104.17	
0239050000	AGUA	m3		0.2133	1.00	0.21	
							433.97
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	82.28	2.47	
0349070051	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP INC. COMBUSTIBLE	hm	1.0000	0.2667	16.00	4.27	
0349100023	MEZCLADORA DE CONCRETO CARMIX 3.5 m3	hm	1.0000	0.2667	180.00	48.01	
							54.75

Fuente: Elaboración propia

Anexo D

Resultados de Laboratorio



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN SIMPLE DEL
CONCRETO
(NTP 339.034 / MTC E 704)**

INF. N° 002-2022/CG-CON-22-O-012

PROYECTO

“PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO
EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022”

SOLICITANTE

JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ

Fecha

JUNIO DEL 2022


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1

ENSAYOS DE

LABORATORIO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.


DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO
(NTP 339.034 / MTC E 704)**

Página 1 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fe (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO fc (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
1	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	22/06/2022	7	151.05	304.60	12.510	2.29	323.10	183.98	188.2	210.00	88	90
2	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	22/06/2022	7	150.10	303.28	12.350	2.30	324.31	187.02		210.00	89	
3	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	22/06/2022	7	149.15	301.95	12.190	2.31	331.52	193.62		210.00	92	
4	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	29/06/2022	14	150.40	300.20	12.270	2.30	417.41	239.74	242.6	210.00	114	116
5	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	29/06/2022	14	149.75	300.28	12.175	2.30	416.67	241.40		210.00	115	
6	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	29/06/2022	14	149.10	300.35	12.080	2.30	421.80	246.51		210.00	117	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285733
Especialidad: AS GEOTECNIA Y CONCRETO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO
(NTP 339.034 / MTC E 704)**

Página 2 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPÉCIMEN f_c (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f_c (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO F_c (Kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
7	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	151.45	300.45	12,390	2.29	474.60	268.83	268.1	210.00	128	128
8	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	149.90	299.60	12,180	2.30	449.79	260.07		210.00	124	
9	A-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	149.90	300.35	12,230	2.31	476.45	275.48		210.00	131	
10	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	150.15	299.40	12,460	2.35	376.13	216.76	221.9	210.00	103	106
11	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	149.83	301.15	12,490	2.35	386.74	223.84		210.00	107	
12	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	149.50	302.90	12,520	2.35	387.17	225.06		210.00	107	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Página 3 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPÉCIMEN f_c (Kg/cm ²)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f_c (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO f_c (kg/cm ²)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
13	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	151.65	300.60	12,707	2.34	441.51	249.42	259.7	210.00	119	124
14	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	150.98	300.55	12,624	2.35	452.84	258.12		210.00	123	
15	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	150.30	300.50	12,540	2.35	472.19	271.57		210.00	129	
16	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	150.35	300.55	12,413	2.33	508.00	291.97	300.2	210.00	139	143
17	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	150.45	304.00	12,814	2.37	523.59	300.53		210.00	143	
18	A-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	150.60	302.95	12,606	2.34	537.69	308.01		210.00	147	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO
(NTP 339.034 / MTC E 704)**

Página 4 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m ³)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f _c (Kg/cm ²)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f _c (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO f _c (kg/cm ²)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
19	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	151.25	302.65	12,978	2.39	398.69	226.43	218.8	210.00	108	104
20	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	150.78	301.70	12,789	2.37	384.84	219.94		210.00	105	
21	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	150.30	300.75	12,599	2.36	364.99	209.92		210.00	100	
22	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	150.25	307.85	12,665	2.32	465.08	267.66	272.0	210.00	127	130
23	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	150.35	308.28	12,759	2.33	471.28	270.87		210.00	129	
24	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	150.45	308.70	12,853	2.34	483.48	277.51		210.00	132	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (NTP 339.034 / MTC E 704)

Página 5 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Dias)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m ³)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f _c (Kg/cm ²)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f _c (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO f _c (Kg/cm ²)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
25	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	151.55	304.15	12,896	2.35	551.04	311.72	306.5	210.00	148	146
26	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	151.50	301.60	12,929	2.38	542.98	307.36		210.00	146	
27	A-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	151.35	304.20	12,922	2.36	529.86	300.53		210.00	143	
28	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	23/06/2022	7	153.60	305.40	13,509	2.39	415.25	228.67	227.9	210.00	109	109
29	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	23/06/2022	7	152.28	307.30	13,459	2.40	409.01	229.16		210.00	109	
30	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	23/06/2022	7	150.96	309.20	13,409	2.42	396.38	226.00		210.00	108	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTÉCNICA Y CONCRETO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO
(NTP 339.034 / MTC E 704)**

Página 6 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2022/CG-CON-22-0-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f _c (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f _c (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO f _c (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
31	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	30/06/2022	14	151.95	302.71	12,931	2.36	480.84	270.57	274.6	210.00	129	131
32	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	30/06/2022	14	151.55	302.73	13,027	2.39	487.38	275.70		210.00	131	
33	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	30/06/2022	14	151.16	302.75	13,122	2.42	487.82	277.40		210.00	132	
34	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	151.15	304.35	12,993	2.38	568.09	323.06	310.3	210.00	154	148
35	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	151.65	305.40	13,303	2.41	529.72	299.26		210.00	143	
36	A-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	152.65	306.30	13,444	2.40	553.25	308.47		210.00	147	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

ING. ESTEBAN GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
APAL GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**ENSAYO DE TRACCION
INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO
(MTC E 708)**

INF. N° 003-2022/CG-CON-22-O-012

PROYECTO

“PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO
EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022”

SOLICITANTE

JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ

Fecha

JUNIO DEL 2022


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1

ENSAYOS DE

LABORATORIO


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)

Página 1 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
1	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	22/06/2022	7	151.15	304.01	12,548	2.30	110.63	15.63	16.0	1,533	1,571
2	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	22/06/2022	7	150.75	303.58	12,445	2.30	114.92	16.30		1,599	
3	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	22/06/2022	7	150.35	303.15	12,342	2.29	113.21	16.13		1,581	
4	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	29/06/2022	14	151.70	302.00	12,570	2.30	127.66	18.09	17.6	1,774	1,729
5	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	29/06/2022	14	151.43	300.63	12,485	2.31	121.66	17.35		1,701	
6	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	29/06/2022	14	151.15	299.25	12,400	2.31	121.65	17.46		1,712	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)

Página 2 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
7	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	148.85	300.65	11,915	2.28	146.58	21.26	23.3	2,085	2,288
8	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	150.05	299.35	12,147	2.29	175.30	25.34		2,485	
9	T-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	151.55	300.60	12,416	2.29	164.16	23.39		2,294	
10	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	151.81	304.62	12,849	2.33	147.40	20.69	21.4	2,029	2,102
11	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	152.70	305.72	13,070	2.33	152.85	21.26		2,084	
12	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	153.60	306.83	13,291	2.34	162.31	22.36		2,193	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)

Página 3 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m ³)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm ²)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
13	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	150.50	304.35	12,694	2.34	158.60	22.48	23.3	2,204	2,288
14	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	150.23	302.58	12,587	2.35	165.34	23.61		2,316	
15	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	149.95	300.80	12,479	2.35	166.08	23.90		2,344	
16	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	150.50	300.10	12,490	2.34	166.45	23.93	25.9	2,346	2,540
17	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	151.50	305.05	12,691	2.31	182.50	25.64		2,514	
18	T-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	152.40	302.30	12,953	2.35	199.76	28.15		2,760	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)

Página 4 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
19	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	150.51	306.83	12,989	2.38	184.65	25.96	24.5	2,546	2,402
20	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	150.80	306.89	12,968	2.37	171.94	24.12		2,365	
21	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	22/06/2022	7	151.10	306.95	12,947	2.35	167.23	23.41		2,295	
22	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	149.75	301.40	12,590	2.37	192.94	27.75	26.5	2,721	2,600
23	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	150.43	300.85	12,686	2.37	188.15	26.99		2,647	
24	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	29/06/2022	14	151.10	300.30	12,781	2.37	173.36	24.80		2,432	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO (MTC E 708)

Página 5 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
25	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	150.30	302.35	12,599	2.35	163.38	23.34	27.0	2,289	2,650
26	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	151.85	305.75	13,034	2.35	215.20	30.09		2,951	
27	T-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	150.40	302.25	12,675	2.36	193.53	27.64		2,710	
28	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	23/06/2022	7	150.01	307.30	12,956	2.39	171.32	24.13	25.8	2,366	2,532
29	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	23/06/2022	7	150.52	306.83	13,101	2.40	186.33	26.19		2,568	
30	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	23/06/2022	7	151.03	306.36	13,245	2.41	193.34	27.13		2,660	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JERIS GUERRA AVALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE
CONCRETO
(MTC E 708)**

Página 6 de 6

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 003-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)	PROMEDIO RESISTENCIA A LA TRACCION T (KPa)
31	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	30/06/2022	14	152.26	304.48	13,089	2.36	187.03	26.19	26.8	2,568	2,628
32	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	30/06/2022	14	151.64	309.29	13,215	2.37	190.28	26.34		2,583	
33	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	30/06/2022	14	151.01	314.10	13,340	2.37	203.52	27.86		2,732	
34	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	151.70	300.00	12,904	2.38	212.10	30.26	31.7	2,967	3,108
35	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	150.50	298.35	12,491	2.35	206.93	29.92		2,934	
36	T-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	150.25	299.50	12,818	2.41	241.90	34.90		3,422	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 245731
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**RESISTENCIA A LA FLEXION DEL
CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE
APOYADAS CON CARGAS A LOS
TERCIOS DEL TRAMO**

(NTP 339.078 / MTC E 709)

INF. N° 004-2022/CG-CON-22-O-012

PROYECTO

"PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO
EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE

JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ

Fecha

JUNIO DEL 2022


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 1

ENSAYOS DE

LABORATORIO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.


DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)

Página: Página 1 de 2

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 004-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

Nº	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m ³)	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm ²)
1	F-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	532.00	155.00	155.00	28,208	2.28	17.94	2.47	25.23
2	F-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	532.00	156.00	156.00	28,446	2.29	19.54	2.68	27.32
3	F-1 SIN ADICIONES	15/06/2022	13/07/2022	28	531.00	156.00	156.00	29,496	2.30	22.91	2.93	29.93
4	F-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	535.00	156.00	156.00	29,996	2.33	28.69	3.75	38.28
5	F-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	530.00	154.00	154.00	29,455	2.33	26.34	3.41	34.78
6	F-2 CON 5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	530.00	154.00	154.00	29,299	2.35	24.57	3.27	33.31

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)

Página: Pagina 2 de 2

PROYECTO : "PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 004-2022/CG-CON-22-O-012
SOLICITA : JOSE LUIS ESCARCENA GUTIERREZ
MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS
FECHA : JUNIO DEL 2022

REGIÓN : AYACUCHO
PROVINCIA : HUAMANGA
DISTRITO : AYACUCHO
LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m ³)	FUERZA (kN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm ²)
7	F-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	532.00	153.00	153.00	29,431	2.36	29.23	3.93	40.05
8	F-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	534.00	152.00	152.00	29,058	2.37	28.83	4.02	40.99
9	F-3 CON 7.5% FIBRAS DE ACERO	15/06/2022	13/07/2022	28	532.00	153.00	153.00	29,136	2.37	25.70	3.54	36.15
10	F-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	533.00	153.00	153.00	29,576	2.39	29.40	4.01	40.90
11	F-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	532.00	152.00	152.00	29,906	2.42	32.13	4.35	44.32
12	F-4 CON 10% FIBRAS DE ACERO	16/06/2022	14/07/2022	28	532.00	155.00	155.00	29,707	2.40	33.73	4.65	47.46

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

ANEXO 2

CERTIFICADOS DE

CALIBRACION



CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
GEOTECNIA Y CONCRETO

CERTIFICADOS DE CALIBRACION - 2022

ENSAYOS REALIZADOS	EQUIPOS EMPLEADOS
1. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO	BALANZA 8200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
2. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
3. HUMEDAD NATURAL EN AGREGADOS	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
4. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
5. COMPRESION SIMPLE	BALANZA 30 000 gr.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN
6. FLEXION CON CARGAS A LOS 2 TERCIOS	BALANZA 100 kg.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACION BALANZAS

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.


DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-22933-003 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	PAJ4102
Número de Serie <i>Serial Number</i>	B640110613
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 004
Carga Máxima <i>Maximum load</i>	4100 g
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinoa 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

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.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

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.

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).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

04

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan 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

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R 7.0



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B640110613
Identificación Interna	BLZ - 004
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	1 g a 4100 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios

Documento de Referencia Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k ¹ , p=95,45%
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,014	2,12
100,000	99,99	99,99	- 0,010	- 0,010	0,014	2,11
500,000	500,00	500,01	0,000	0,010	0,015	2,08
1 000,000	1 000,00	1 000,01	0,000	0,010	0,019	2,03
1 500,000	1 499,99	1 499,99	- 0,010	- 0,010	0,023	2,02
1 999,997	2 000,00	2 000,01	0,003	0,013	0,029	2,01
2 499,997	2 500,00	2 500,01	0,003	0,013	0,034	2,01
2 999,997	3 000,01	3 000,01	0,013	0,013	0,040	2,01
3 499,997	3 500,00	3 500,00	0,003	0,003	0,046	2,01
4 099,994	4 100,01	4 100,01	0,016	0,016	0,054	2,01

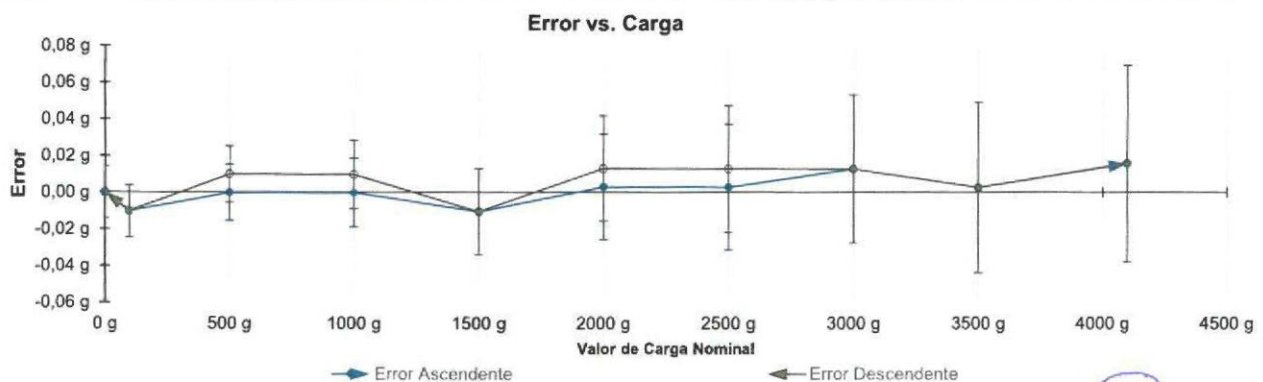


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R7.0



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 1400 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
---	g	g
1	1399,99	-----
2	1399,99	0,00
3	1400,02	0,03
4	1400,00	0,01
5	1399,99	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		0,03

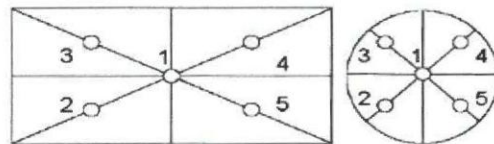


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	2050 g	4100 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	2050,00	4100,01
2	2049,99	4100,01
3	2049,99	4100,00
4	2050,00	4100,00
5	2050,00	4100,01
6	2050,00	4100,00
7	2050,00	4100,00
8	2050,00	4100,01
9	2049,99	4100,00
10	2050,00	4100,01
Desviación Estándar	0,004 8 g	0,005 3 g

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 18,0 °C
 Humedad Máxima: 50 % HR
 Presión Barométrica Máxima: 1000,2 hPa

Temperatura Mínima: 17,0 °C
 Humedad Mínima: 49 % HR
 Presión Barométrica Mínima: 1000,0 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 I PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 7,63 E-07 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,44 E-05 + 2,46 E-09 R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

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



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-003**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | FBX, 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-22933-001 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	AXB201/E
Número de Serie <i>Serial Number</i>	B644227517
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 006
Carga Máxima <i>Maximum load</i>	8200 g
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

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.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

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.

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).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

04

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan 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

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B644227517
Identificación Interna	BLZ - 006
Resolución	0,1 g
Intervalo Calibrado	1 g a 8200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios

Documento de Referencia Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k ¹ p=95,45%
1,00	1,0	1,0	0,00	0,00	0,14	2,12
500,00	500,0	500,0	0,00	0,00	0,14	2,11
1 000,00	1 000,0	1 000,0	0,00	0,00	0,14	2,11
2 000,00	2 000,0	2 000,0	0,00	0,00	0,15	2,10
3 000,00	3 000,0	3 000,0	0,00	0,00	0,15	2,08
3 999,99	4 000,0	4 000,0	0,01	0,01	0,16	2,06
5 000,00	5 000,0	5 000,0	0,00	0,00	0,17	2,05
6 000,00	6 000,0	6 000,0	0,00	0,00	0,19	2,03
7 000,00	7 000,0	7 000,0	0,00	0,00	0,20	2,03
8 200,00	8 200,1	8 200,0	0,10	0,00	0,22	2,02

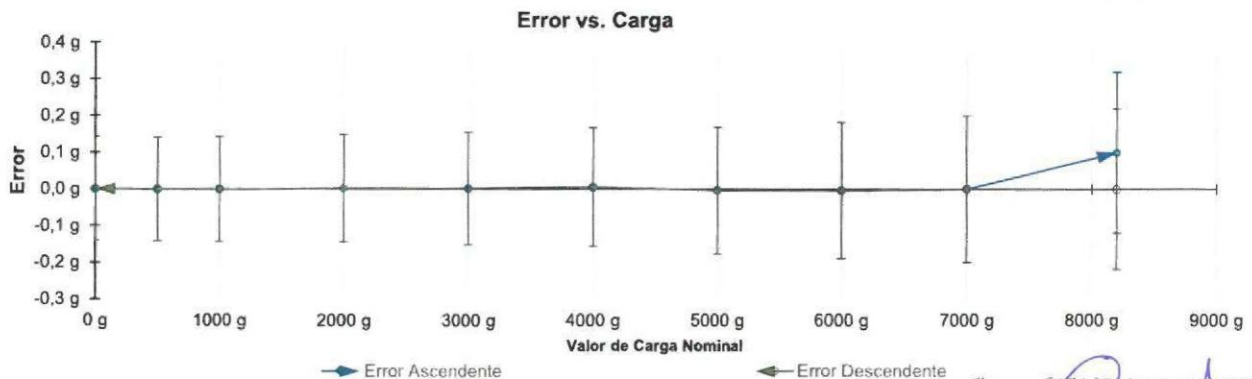


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R7 0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.
David de Jesús Guerra Avala
DAVID DE JESUS GUERRA AVALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Posición	Valor Nominal de la Carga	Diferencia Respecto al Centro
	2800 g	
---	g	g
1	2 800,0	-----
2	2 800,0	0,0
3	2 800,0	0,0
4	2 799,9	- 0,1
5	2 799,9	- 0,1
Diferencia máxima respecto al centro		0,1

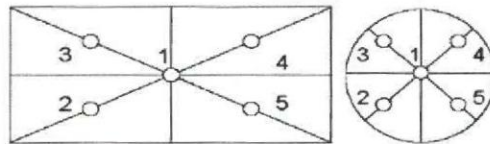


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	4100 g	8200 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	4 100,0	8 200,1
2	4 099,9	8 200,0
3	4 100,0	8 200,1
4	4 100,0	8 200,1
5	4 099,9	8 200,0
6	4 100,0	8 200,0
7	4 100,0	8 200,1
8	4 099,9	8 200,0
9	4 100,0	8 200,0
10	4 100,0	8 200,1
Desviación Estándar	0,048 g	0,053 g

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 21,5 °C
 Humedad Máxima: 47 % HR
 Presión Barométrica Máxima: 1000,1 hPa

Temperatura Mínima: 20,1 °C
 Humedad Mínima: 45 % HR
 Presión Barométrica Mínima:

1000,1 hPa
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{Corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 2,98 E-06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,44 E-03 + 1,35 E-09 R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

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



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-001**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-22933-005 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	R31P30
Número de Serie <i>Serial Number</i>	83374412539
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 008
Carga Máxima <i>Maximum load</i>	30000 g
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

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.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

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.

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).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan 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

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 # 103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	83374290343
Identificación Interna	BLZ - 008
Resolución	1 g
Intervalo Calibrado	1 g a 30000 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1 y F1
Certificado No.	M-4689 Unión Metroológica / M-20632-001 PINZUAR / M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k ¹ , p=95,45%
1,00	1	1	0,00	0,00	0,82	2,01
500,00	500	500	0,00	0,00	0,82	2,01
1 000,00	1 000	1 000	0,00	0,00	0,82	2,01
2 000,00	2 000	2 000	0,00	0,00	0,82	2,01
5 000,02	5 000	5 000	-0,02	-0,02	0,82	2,01
10 000,01	10 000	10 000	-0,01	-0,01	0,82	2,01
15 000,03	15 000	15 000	-0,03	-0,03	0,82	2,01
20 000,02	20 000	20 000	-0,02	-0,02	0,82	2,01
25 000,04	25 000	25 000	-0,04	-0,04	0,82	2,01
30 000,04	30 000	30 000	-0,04	-0,04	0,82	2,01

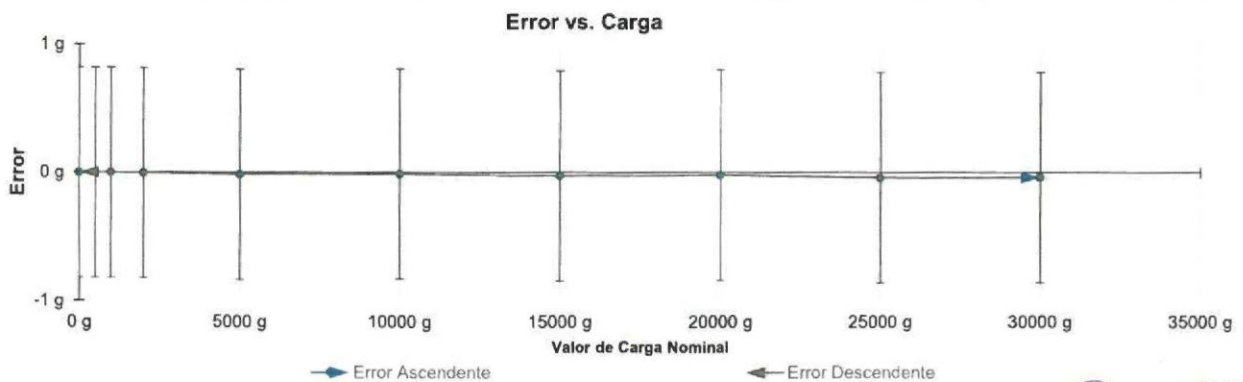


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 10000 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
—	g	g
1	10 000	—
2	10 000	0
3	10 000	0
4	10 000	0
5	10 000	0
Diferencia máxima respecto al centro		0

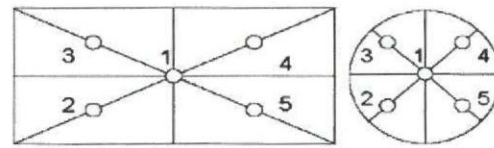


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	15000 g	30000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	15 000	30 000
2	15 000	30 000
3	15 000	30 000
4	15 000	30 000
5	15 000	30 000
6	15 000	30 000
7	15 000	30 000
8	15 000	30 000
9	15 000	30 000
10	15 000	30 000
Desviación Estándar	0,00 g	0,00 g

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 20,5 °C
 Humedad Máxima: 47 % HR
 Presión Barométrica Máxima: 1000,1 hPa

Temperatura Mínima: 20,1 °C
 Humedad Mínima: 46 % HR
 Presión Barométrica Mínima: 1000,0 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = -1,37 E-06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 E-01 + 6,58 E-12 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

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



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-005**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 075-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-27

1. SOLICITANTE : CASAGRANDE CONSULTORIA
Y CONSTRUCCION SAC

DIRECCIÓN : Jr. Quinoa 570 Ayacucho - Huamanga -
Ayacucho

**2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN** : **BALANZA**

MARCA : OHAUS

MODELO : T24PE

NÚMERO DE SERIE : B000117JPV

**ALCANCE DE
INDICACIÓN** : 100 kg

**DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN** : 0.01 kg

**DIVISIÓN DE
VERIFICACIÓN (e)** : 0.01 kg

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

**FECHA DE
CALIBRACIÓN** : 2022-03-14

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

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

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

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. MASA DE G&L LABORATORIO S.A.C
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS - LIMA

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

G&L LABORATORIO S.A.C.
SUPERVISOR
LABORATORIO

Gilmer Antonio Huaman Pocuima
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

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



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	23.0 °C	23.2 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 100 kg. la balanza indicó 92.81 kg. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

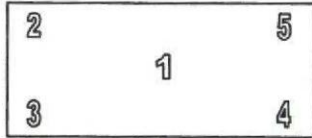
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 50.00 kg			Carga L2= 100.00 kg		
	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)
1	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
2	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
3	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001
4	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
5	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001
6	50.00	0.005	0.000	100.00	0.004	0.001
7	50.00	0.008	-0.003	100.00	0.004	0.001
8	50.00	0.005	0.000	100.00	0.005	0.000
9	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.005	0.000
10	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.004	0.001
Diferencia Máxima			0.003	0.001		
Error máximo permitido ±			0.03 kg	± 0.03 kg		



CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E ₀ (kg)	Carga (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	Ec(kg)
1	0.10	0.10	0.007	-0.002	30.00	30.00	0.006	-0.001	0.001
2		0.10	0.007	-0.002		30.00	0.006	-0.001	0.001
3		0.10	0.005	0.000		30.00	0.006	-0.001	-0.001
4		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.007	-0.002	-0.001
5		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.005	0.000	0.001

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0.03 kg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(kg)
	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	Ec(kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	Ec(kg)	
0.10	0.10	0.007	-0.002						0
0.20	0.20	0.007	-0.002	0.000	0.20	0.006	-0.001	0.001	0
5.00	5.00	0.006	-0.001	0.001	5.00	0.007	-0.002	0.000	0
10.00	10.00	0.007	-0.002	0.000	10.00	0.007	-0.002	0.000	0
20.00	20.00	0.006	-0.001	0.001	20.00	0.006	-0.001	0.001	0
30.00	30.00	0.007	-0.002	0.000	30.00	0.007	-0.002	0.000	0
50.00	50.00	0.005	0.000	0.002	50.00	0.006	-0.001	0.001	0
60.00	60.00	0.005	0.000	0.002	60.00	0.006	-0.001	0.001	0
70.00	70.00	0.005	0.000	0.002	70.00	0.006	-0.001	0.001	0
80.00	80.00	0.004	0.001	0.003	80.00	0.005	0.000	0.002	0
100.00	100.00	0.004	0.001	0.003	100.00	0.004	0.001	0.003	0

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,185E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,765E-08 \text{ kg}^2 + 494E-12 \times R^2}$$

CASAGRANDE CONSULTORIA CONSTRUCCION S.A.C.

 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)





CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACION HORNO DE SECADO


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

T-22933-019 R0

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
Modelo <i>Model</i>	PG-2005
Número de Serie <i>Serial Number</i>	102
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRN-003
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinoa 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2022 - 03 - 22
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2022 - 03 - 29
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04

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.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. 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.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan 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 Autorizadas

Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-21-F-01 R7.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010
Resolución 0,01 °C
Patrón(es) de referencia Termómetro Digital
Certificado de Calibración T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar
Volumen útil 800 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{1p=95,45\%}$
58,8	60,0	-1,2	2,0	2,0
108,3	110,0	-1,7	4,5	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

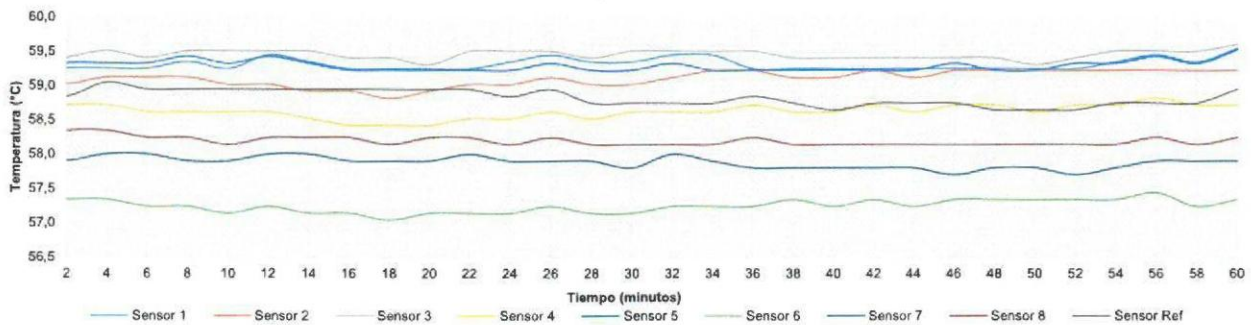
Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,00	0,22	1,58	0,58	---

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
59,31	59,10	59,45	58,63	59,29	57,25	57,88	58,20	58,83

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

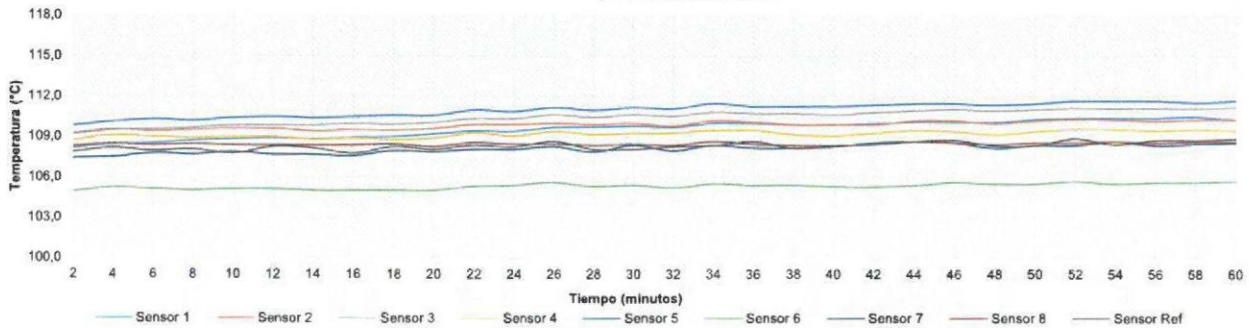
Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110,00	0,54	3,01	2,35	-----

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
109,53	109,86	110,41	109,18	110,96	105,30	108,08	108,47	108,31

Tabla 5. Valor promedio de los sensores



Gráfica 3. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 285731
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima 19,2 °C
Temperatura Mínima 18,1 °C

Humedad Máxima 50 %HR
Humedad Mínima 49 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el 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 en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-019

Fin del Documento

LM-PC-21-F-01 R7.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

CERTIFICADOS DE CALIBRACION PIE DE REY


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-22933-016 R0

Page / Pág. 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	PIE DE REY
Fabricante <i>Manufacturer</i>	INSIZE
Modelo <i>Model</i>	1215-322
Número de Serie <i>Serial Number</i>	0921170080
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	VRN-002
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	0 mm a 300 mm
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

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.

Este certificado documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la comprobación de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

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 costumer. This certificate documents and ensures the traceability to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for checking the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

03

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar, no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados 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 certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized Signatures

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-23-F-01 R8.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 15 #103B-72 | FBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



L-22933-016 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Tipo de Medición	Exteriores e Interiores
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	DI - 008 del Centro Español de Metrología, Edición 1
Tipo de Indicación	Analógica Tipo Nonio
Resolución	0,02 mm
Instrumentos de Referencia	Bloques Patrón Longitudinales de Caras Paralelas
Certificado No.	LMD201701 de Cidesi; 200295 de C.I.E.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la medición. Se procede a la realizar la toma de datos respectiva comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la puesta a cero del equipo.

Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores

Valor Nominal mm	Promedio mm	Error μm	Incertidumbre Expandida μm	k (p=95,45%)
30	30,000	0	18	2,00
60	60,000	0	18	2,00
90	90,000	0	18	2,00
120	120,000	0	18	2,00
150	150,020	20	18	2,00
180	180,020	20	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,040	40	19	2,00

Error Vs. Valor Nominal (Medición de Exteriores)

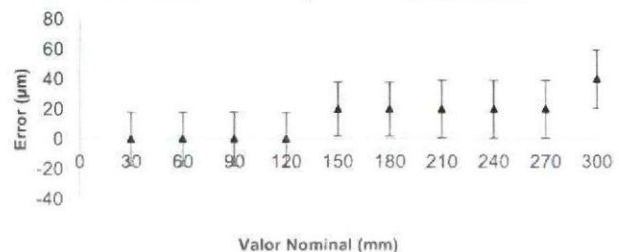
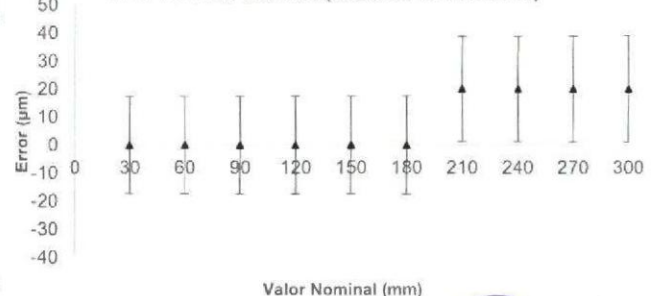


Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Interiores

Valor Nominal mm	Promedio mm	Error μm	Incertidumbre Expandida ± μm	k (p=95,45%)
30	30,000	0	17	2,01
60	60,000	0	17	2,01
90	90,000	0	17	2,01
120	120,000	0	17	2,01
150	150,000	0	17	2,00
180	180,000	0	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,020	20	19	2,00

Error Vs. Valor Nominal (Medición de Interiores)



LM-PC-23-F-01 R8.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



L-22933-016 R0

Page / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar., las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima: 19,7 °C
Temperatura Mínima: 19,4 °C

Humedad Máxima: 55 %
Humedad Mínima: 54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el 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 en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-22933-016**

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

Fin de Certificado

LM-PC-23-F-01 R8.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174253640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



CASAGRANDE
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION
MAQUINA DE ENSAYO
A COMPRESION
1000KN**


CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22933-011 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETOS
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.
Modelo <i>Model</i>	PC-42D
Número de Serie <i>Serial Number</i>	322
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PDC-001
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN
Solicitante <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
Dirección <i>Address</i>	Jr. Quinoa 570
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

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.

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).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

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.

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).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

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 sacan 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

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología

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

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,01 kN	Número de Serie	HV325-911250
Resolución	0,01 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023-02-03
Límite Inferior de la Escala	2 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						
	S ₁	S ₂	S ₂ '	S ₃	S ₄	Promedio	
	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica ----	Ascendente kN	No Aplica ----	S _{1, 2 y 3} kN	
10	100,00	100,81	101,01	----	100,71	----	100,84
20	200,00	201,76	201,26	----	201,86	----	201,63
30	300,00	301,79	302,39	----	302,39	----	302,19
40	400,00	402,31	402,51	----	402,31	----	402,38
50	500,00	503,02	503,53	----	503,53	----	503,36
60	600,00	603,93	603,33	----	603,63	----	603,63
70	700,00	703,92	704,12	----	704,02	----	704,02
80	800,00	804,42	804,82	----	804,82	----	804,68
90	900,00	905,21	904,91	----	905,41	----	905,18
100	1 000,00	1 005,3	1 005,5	----	1 005,4	----	1 005,4

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

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

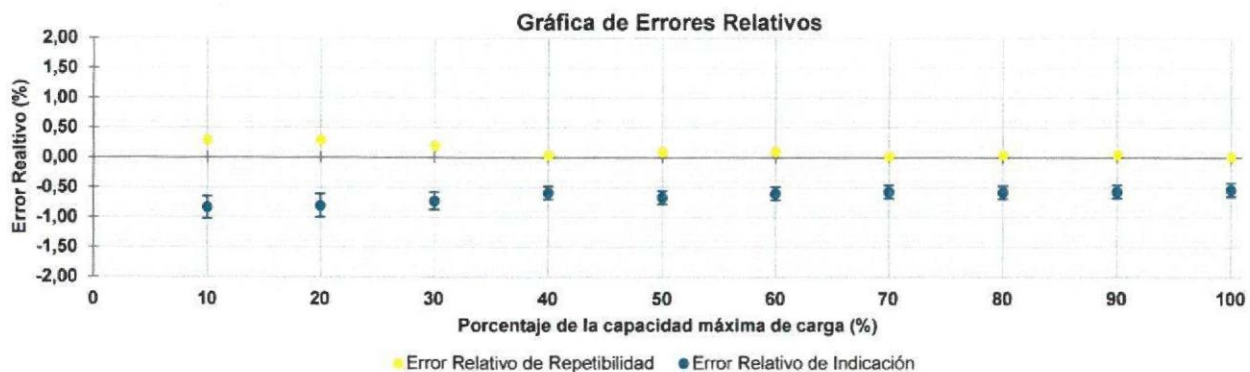
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
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	-0,84	0,30	---	0,010	0,19	0,19	2,01
20	200,00	-0,81	0,30	---	0,005	0,39	0,20	2,01
30	300,00	-0,73	0,20	---	0,003	0,44	0,15	2,01
40	400,00	-0,59	0,05	---	0,003	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,67	0,10	---	0,002	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,60	0,10	---	0,002	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,57	0,03	---	0,001	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,58	0,05	---	0,001	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,57	0,06	---	0,001	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,54	0,02	---	0,001	1,1	0,11	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima: 19,4 °C
Humedad Relativa Máxima: 46 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 19,1 °C
Humedad Relativa Mínima: 45 % HR

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

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
2,93500 E-01	1,00636 E00	-1,25233 E-06	8,06138 E-11		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	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,92	110,98	121,04	131,10	141,16
150,00	151,22	161,28	171,34	181,40	191,46
200,00	201,52	211,57	221,63	231,69	241,75
250,00	251,81	261,86	271,92	281,98	292,03
300,00	302,09	312,15	322,20	332,26	342,31
350,00	352,37	362,42	372,48	382,53	392,59
400,00	402,64	412,70	422,75	432,80	442,86
450,00	452,91	462,96	473,01	483,07	493,12
500,00	503,17	513,22	523,27	533,32	543,38
550,00	553,43	563,48	573,53	583,58	593,63
600,00	603,68	613,73	623,77	633,82	643,87
650,00	653,92	663,97	674,02	684,06	694,11
700,00	704,16	714,21	724,25	734,30	744,35
750,00	754,39	764,44	774,48	784,53	794,58
800,00	804,62	814,67	824,71	834,76	844,80
850,00	854,84	864,89	874,93	884,98	895,02
900,00	905,06	915,10	925,15	935,19	945,23
950,00	955,27	965,32	975,36	985,40	995,44
1 000,00	1 005,5				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	100,84	100,92	0,07
200,00	201,63	201,52	- 0,11
300,00	302,19	302,09	- 0,10
400,00	402,38	402,64	0,26
500,00	503,36	503,17	- 0,19
600,00	603,63	603,68	0,05
700,00	704,02	704,16	0,14
800,00	804,68	804,62	- 0,06
900,00	905,18	905,06	- 0,12
1 000,00	1 005,4	1 005,5	0,08

CASAGRANDE CONSULTORIA Y
CONSTRUCCIÓN S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 285731
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO





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 $k = 2,013$ 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 realtivo 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-22933-011

Fin del Certificado



Anexo E

Cotización

QUOTATION

Customer Name:	Jose Luis Escarcena Gutierrez	Quotation No.:	20220929-1A
Atten	Jose Luis Escarcena Gutierrez	Quotation Date:	2022.09.29
Customer TEL No.	+51 1964589323	Sales	Anna Lee
Customer E-mail:	espar1709@gmail.com		
Customer Address:	Peru		

We are pleased to quote our current best price as follows:

Item	Model	Photo	Package photos	Description	Package	Price(USD)		Remark
						QTY	CFR callao/T	
Loosen type hook end steel fiber	HX-LG-S01			Length: 35mm Diameter: 0.55mm Tensile strength: about 1300 Mpa L/D ratio : 30-80 Material: low carbon steel wire Standard: ASTM A820 loosen type hook end steel fiber	20kg to a blank bag 1000 kg to a pallets pallet size 1.1*1.1*1.2	12T	908	
Glued type hook end steel fiber	HX-LG-S02			Length: 35mm Diameter: 0.55mm Tensile strength: about 1300 Mpa L/D ratio : 30-80 Material: low carbon steel wire Standard: ASTM A820 Glued type hook end steel fiber	20kg to a blank bag 1000 kg to a pallets pallet size 1.1*1.1*1.2	12T	952	

Remark:

1. PRICE: CFR callao, payment terms shall be 30% advance by TT and 70% balance before shipment
3. PACKING WAY: Bag or carton as your request
4. DELIVERY TIME: Generally within 10-15 days after receiving the deposit

Signature: Anna Lee

Stamp: Yueyang Huaxing Steel Fiber Limited Company





保定盛泰源金属制品有限公司

Baoding Shengtaiyuan Metal Products Co., Ltd.

Address: Xushui Country, Baoding City, Hebei prov. China. Email: sales@stysteelfiber.com Whatsapp: 008618813161334

Quotation

To: Jose

Email:

NO: STY20220930

Validity: 10days

No.	Picture	EXW Price/ UNIT TON	Quantity /TON MOQ	Total Price	Parameter
1		\$1046.15(US)	12	\$12553.8(US)	35*0.55MM 1300T
Callao Port in Peru				2400USD to port	



Packing: 20kg/bags, 60bags/pallet, Terms and Conditions:

1. Port of loading:


2. 2. Production time: Have stock

3. Payment: T/T 30% advanced deposit. 70% balance before shipment.

If you have any question about this price quotation, please contact
Helen Email: sales@stysteelfiber.com / Whatsapp: +86 18813161334



FedFiber Quotation

To:			From:				
Purchaser: Jose Attn: Jose Phone: +91 864589323 Email: Address: Paru			Seller: Shandong Federal Fiber Co., Ltd. Attn: Peter Lee Phone: +86-18678313600 Email: peter@fedfiber.com Address: No.23 Road Longfang, County Hulinh, Binzhou, Shandong, China,251700		Date: 2022.09.30		
Image	Item NO.	Description	Details	Quantity(KGS)	Container	CIF Callao Unit Price(KG)	Total Amount (USD)
	FD6435	steel fiber	Shape: Glued Hooked end Diameter: 0.55mm Length: 35mm Tensile strength: 1300MPA Packing: 25kg/ bag,1200kg/pallet.	12000	20GP Loaded into one container	US\$1.15	13800.00
Total	/	/	/	12000	/	/	US\$13,800.00
Remark	*Price term: CIF CALLAO *Loading port: Qingdao port *Term of validity: The price is valid for 15days. *Sample: Free within 1 kilograms.Shipping fee to be paid by customers. *Payment terms: T/T 30% deposit and the 70% balance before delivery. *Delivery time: 7days after receiving the deposit						
Warmly welcome to visit our factory							
Choose FedFiber , choose success,Join FedFiber, create brilliant! FedFiber looks forward to cooperate with you!							

CMA OPERADOR INTEGRAL SAC RUC. 20548564400	Sistema Integrado de Gestión	Código: FR-VEN-001
	COTIZACIÓN	Version:05
Elaborado: Asistente SIG	Revisado: Gerente Comercial	01/09/2022
		Página: 1 de 1
		Aprobado: Gerente Comercial

Fecha de emisión	26/09/2022	Código de Cotización:	COT_LIM_WA_039_2022
Cliente:	Jose Luis Escarcena Gutierrez	Razón Social:	Jose Luis Escarcena G.
Vendedor:	Winy Alvarado	RUC:	10421509323
Unidad:	Plataforma	Contacto (cliente):	Jose Luis Escarcena G.
Tipo de Servicio:	Servicio exclusivo	Teléfono:	964589323
Tipo de Mercadería:	Carga general	E-mail:	escar1709@gmail.com

Mediante el presente tenemos a bien saludarlo y a su vez presentar nuestra cotización para el siguiente servicio.

ITEM	DESCRIPCION DE SERVICIO	ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	PESO* (Kg/Tn)	VOLUMEN m ³	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
01	Traslado de fibras de acero en bolsas 20 kg c/u	Puerto del Callao	Ayacucho	600	12 Tn	-	-	-
							SUBTOTAL	S/. 6,200.00
							IGV	S/. 1,116.00
							TOTAL	S/. 7,316.00

OBSERVACIONES: Costo por viaje, unidad a trasladar *Plataforma
Cotización *sin seguro

SERVICIOS INCLUIDOS	ESTIBA	DESESTIBA	RECOJO	MONTACARGA	EMBALAJE	TRANSBORDO
	NO	NO	SI	NO	NO	NO
Fecha de recepción/ recojo de la mercadería:	POR DEFINIR					
Fecha de entrega de la mercadería:	POR DEFINIR					

FORMA DE PAGO:	Contado / Crédito
	Contado//50% de adelanto de la carga y 50% a la entrega de la carga

.....
Firma del cliente
Nombre:

DNI:
(**) En caso de estar en físico se requiere de firma

Términos y condiciones: En caso de estadía /pernocte se cobrará S/ 800 soles por día.

Validez de la oferta: 2 semanas

Beneficios:

- Unidades con GPS.
- Documentos en regla emitidos por la SUNAT.
- Revisión técnica autorizada por el MTC.
- Conductores cuentan con Seguro Complementario de Riesgo (SCTR).
- Capacitación de nuestro personal.
- Seguro Obligatorio de tránsito SOAT.
- Monitoreo y seguimiento de las unidades por GPS las 24 horas.
- Unidades con una antigüedad no mayor a 5 años.

Condiciones Adicionales:

- Tarifas NO incluye carga ni descarga.
- Anticipo el 50% del total de la cotización, y el saldo restante al inicio del tránsito.
- Unidades disponibles con 2 días de anticipación
- Se brinda 5 horas libres de carga y descarga
- Pasando las 5 horas libres se cobrará penalidad
- Sin seguro de carga
- Si el pago del servicio es cancelado en dólares se tomara en cuenta el tipo de cambio del día de la Sunat.

Confirmar el depósito al correo: cobranzas@caplogistic.com.pe

Banco BCP S/. 191-2335389-0-86 **US\$** 191-2313354-1-21
CCI BCP S/. 002-19100233538908658 **US\$** 002-19100231335412151
Banco SCOTIABANK S/. 000-9743243 **US\$** 000-4155361
CCI SCOTIABANK S/. 009-037-000009743243-39 **US\$** 009-037-000004155361-31
Banco BBVA S/. 0011-0319-0100032443 **US\$** 0011-0319-0100032451
CCI BBVA S/. 011-319-000100032443-12 **US\$** 011-319-000100032451-15

Cualquier cambio a última hora (un día antes del servicio) se cobrará una penalidad del 20% del monto pactado.



TRANS ORIENTE CARGO S.A.C.

R.U.C.: 20537964431
Servicios de Transportes de Carga a Nivel Nacional
Salidas Intermedias de Lima - Pucallpa - Iquitos
Lima - Tarapoto - Iquitos



COTIZACIÓN No 862

Lima, 27 Septiembre del 2022

REFERENCIA: TRANSPORTE TERRESTRE

SEÑORES: GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO

Por medio de la presente hacemos llegar nuestros más cordiales saludos y a la vez nuestros precios por transporte desde la ciudad de:

LIMA- AYACUCHO

- **EL PRECIO POR SERVICIO DE TRANSPORTE DE CARGA POR 12 TN DE FIBRA DE ACERO ES DE S/ 3,600.00 SOLES**

EN NUESTROS PRECIOS

Incluye IGV

No Incluye carga ni descarga

Forma de pago a tratar

Sin otro particular quedamos agradecidos por su preferencia y cualquier consulta será atendida sin ningún compromiso.

ATENTAMENTE

TRANS ORIENTE CARGO SAC

Oficina Principal: Jr. Carlos Gutiérrez 463 - La Victoria - Lima

Almacén: Av. Santa Ana Mz. D4 Lote 28 Urb primavera - Santa Anita (Ref. Cdra. 5 Av. Colectora). Telf.: (01) 587-3823 Cel.: 996354075

Pucallpa: 996570114

Iquitos Loreto: Av. Grau # 1786 - Telf.: (065) 508032 / 991429820

EMAIL: Ventas@transorientecargosac.com

<https://www.transorientecargosac.com>



LOGÍSTICA TERRESTRE VRAE CARGO SAC RUC: 20534713747 Correo electrónico: vraecargo@hotmail.com Celular: 975 457 488	COTIZACION N° 712			
LUGAR Y FECHA:	Ayacucho, 28 de setiembre del 2022			
SEÑOR (ES):	ESCARCENA GUTIERREZ JOSÉ LUIS			
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	ORIGEN	DESTINO	PRECIO UNIT. INC. IGV (S/)	PRECIO TOTAL (S/)
TRASLADO DE 480 BOLSAS DE FIBRA DE ACERO, QUE EN TOTAL HACEN 12 TONELADAS	Puerto del Callao (Lima)	Ayacucho	0.25 X KG	3,540.00
GASTOS DE RECOGO				250.00
				3,790.00

COORDINAR CON DOS DIAS DE
ANTICIPACIÓN

Cálculo del costo de 1 kg de fibra de acero puesto en obra

Costización de las fibras de acero en aduana (Puerto Callao)

Empresas cotizadas	Cantidad (kg)	Precio Unitario CIF por kg (\$)	Precio Total (\$)
Yueyang Huaxing Steel Fiber Co.,Ltd	12000	0.952	11424.00
Baoding Shengtaiyuan Metal Products Co., Ltd.-	12000	1.246	14953.80
Shandong Federal Fiber Co., Ltd	12000	1.150	13800.00
Costo por 12 toneladas de fibra de acero en dólares			13392.60
Costo por 12 toneladas de fibra de acero en soles			51963.29

Costización del flete Lima-Ayacucho

Empresas cotizadas	Cantidad (kg)	Precio Unitario por kg (s/)	Precio Total (s/)
CMA OPERADOR INTEGRAL SAC	12000	0.610	7316.00
TRANS ORIENTE CARGO SAC	12000	0.300	3600.00
LOGISTICA TERRESTRE VRAE CARGO SAC	12000	0.316	3790.00
Costo del flete por 12 toneladas en soles			4902.00

Costo de la fibra de acero en aduana (Puerto Callao)

Precio CIF (para 12 toneladas) S/ 51,963.29

Impuestos

Ad valorem (0% CIF) S/ 0.00
 IGV (16% del (CIF+Ad valorem)) S/ 8,314.13
 IPM (2% del (CIF+Ad valorem)) S/ 1,039.27
 Percepción (10 % del (CIF + Ad valorem + IGV+ IPM)) S/ 6,131.67
S/ 15,485.06

Agencia de aduanas

Comisión S/ 259.82
 Gastos operativos o administrativos S/ 129.91
S/ 389.72

Derechos Aduaneros

Tasa de despacho aduanero S/ 108.10
 Pagos de almacen S/ 108.10
 Pagos de costos logísticos S/ 108.10
 Pagos de vistos buenos S/ 108.10
 Pagos de descarga de contenedor S/ 108.10
 Pagos de devolución de contenedor S/ 108.10
S/ 648.60

Otros

Comisión de pago (Banco) S/ 1,532.92
 Administrador 490.00

Flete Puerto Callao - Ayacucho

Costo por traslado de 12 toneladas de fibra de acero

S/ 4,902.00

Carga y descarga

Costo de carguío y descarga

S/ 1,300.00

Precio del Material puesto en Obra

Costo de 12 tn Fibra de acero inc. IGV

S/ 76,711.59 (con crédito fiscal)

Costo de 1 kg de fibra de acero inc. IGV

S/ 6.39 (con crédito fiscal)

Costo de 1 kg de fibra de acero no inc. IGV

S/ 5.42 (sin crédito fiscal)



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 028-2023-FIMGC

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 149-2023-FIMGC-D**, siendo los tres días del mes de marzo del 2023, a horas 12:00 pm.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **MSc. Ing. Hermes QUISPE CUADROS**, Jurado el **MSc. Ing. Edwin Carlos GARCÍA SAEZ**, Jurado - Asesor el **Mg. Ing. Edward LEÓN PALACIOS** y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada **“PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022”**, presentado por el/la Sr./Srta., **José Luis ESCARCENA GUTIÉRREZ**, Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **14 (catorce)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.



Firmado digitalmente por
Efraín Elías Porras Flores
Fecha: 2023.03.05
10:18:58 -05'00'

Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES
Presidente

MSc. Ing. Hermes QUISPE CUADROS
Jurado

Mg. Ing. Edward LEÓN PALACIOS
Jurado Asesor

MSc. Ing. Edwin Carlos GARCÍA SAEZ
Jurado

Firmado digitalmente por
LEZAMA CUELLAR
CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Secretario del Proceso

C.c.:
Bach. José Luis ESCARCENA GUTIÉRREZ
Jurados (4)
Archivo

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN****CONSTANCIA N° 028-2023-FIMGC**

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 281-2022-FIMGC- UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : ESCARCENA GUTIÉRREZ, José Luis
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022
Evaluación de la Originalidad : 29 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2027457053

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 02 de marzo del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Firmado digitalmente
por LEZAMA
CUELLAR CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado

Con depósito para Sustentación y Tramites
Cc. Archivo

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022

por José Luis Escarcena Gutiérrez

Fecha de entrega: 02-mar-2023 07:33p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2027457053

Nombre del archivo: Tesis_Jos_Luis_Escarcena_Guti_rrez_EPIC.pdf (4.13M)

Total de palabras: 21723

Total de caracteres: 107479

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO FIBRAS DE ACERO, AYACUCHO 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

29%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
6	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	metfusion.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
13	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
15	monografias.umcc.cu Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	laccei.org Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uns.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

23

inba.info

Fuente de Internet

<1 %

24

munihuamanga.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

26

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1 %

27

Submitted to Universidad Nacional del Centro
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

28

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo