

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
CIVIL**

Autor: Bach. Rios Romo, Lita

Asesor: Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Línea De Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo

HUANCAYO – PERÚ

2023

Asesor

Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Dedicatoria

Dedicado a mis padres Elvira Y Miguel por su apoyo infaltable, guiándome con su ejemplo que rigen mi vida para lograr mis metas, permitiéndome llegar a estas instancias pese al sacrificio que esto conlleva.

A mis hermanos Ady y Miki por su ánimo. Me ayudaron a darme el coraje y la determinación para seguir adelante.

Agradecimiento

Expreso gratitud a Dios, por él encontré mi propósito en este mundo. Por rodearme personas de mucha luz hacia mí, el privilegio de una vida llena de amor, aprendizaje y sabiduría. Por ser cimiento en mi carrera profesional.

El agradecimiento al asesor de tesis Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed, por permitirme desarrollar la investigación bajo su asesoramiento, impartiendo su amplio conocimiento y experiencia.

Un agradecimiento especial a mis padres Elvira Romo y Miguel Rios. Sin ellos no habría tenido increíbles oportunidades sin su constante inspiración y amor. A mis hermanos Adi y Miguel y amistades por el soporte brindado.

Bach. Rios Romo, Lita

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0259 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**; titulada:

INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. RIOS ROMO LITA**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **P.H.D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED**

Fue analizado con fecha **19/07/2024**; con **167 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **24 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 19 de julio del 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

CONTENIDO

CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS	xi
CONTENIDO DE GRÁFICOS	xii
CONTENIDO DE FOTOGRAFIAS	xiii
RESUMEN	16
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I	21
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.1. Planteamiento del problema	21
1.2. Formulación y sistematización del problema	26
1.2.1. Problema general	26
1.2.2. Problemas específicos	26
1.3. Justificación	26
1.3.1. Práctica o social	26
1.3.2. Científica o teórica	26
1.3.3. Metodológica	27
1.4. Delimitaciones	27
1.4.1. Espacial	27
1.4.2. Temporal	28
1.4.3. Económica	28
1.5. Limitaciones	28
1.5.1. Limitación económica	28
1.6. Objetivos	29
1.6.1. Objetivo general	29
1.6.2. Objetivos específicos	29
CAPÍTULO II	30
MARCO TEÓRICO	30
2.1. Antecedentes	30
2.1.1. Antecedentes internacionales	30
2.1.2. Antecedentes Nacionales	35
	vii

2.2. Bases teóricas o científicas	40
2.1.1. Bases teóricas del concreto	40
2.1.1.1. Propiedades mecánicas del concreto	41
2.1.1.2. Componentes del concreto	43
2.1.1.3. Componentes del concreto	44
2.1.2. Alambre de construcción	45
2.1.3. PAVIMENTO RÍGIDO	48
2.3. Marco conceptual	52
2.4. Hipótesis	54
2.4.1. Hipótesis general	54
2.4.2. Hipótesis específicas	55
2.5. Variables	55
2.5.1. Definición conceptual	55
2.5.2. Definición operacional	56
2.5.3. Operacionalización de la variable	56
CAPITULO III	58
METODOLOGÍA	58
3.1. Método de investigación	58
3.2. Tipo de investigación	58
3.3. Nivel de investigación	58
3.4. Diseño de investigación	59
3.5. Población y muestra	60
3.5.1. Población	60
3.5.2. Muestra	60
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
3.6.1. Técnicas	60
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	61
3.7. Procesamiento de la información	62
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	67
CAPÍTULO IV	68
RESULTADOS	68
4.1. Descripción del diseño tecnológico	68

4.2. Objetivo específico 01:	71
4.3. Objetivo específico 02:	77
4.4. Objetivo específico 03:	79
4.5. Contrastación de hipótesis	81
CAPÍTULO V	88
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	98
Anexo 01: Matriz de consistencia	99
Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables	101
Anexo 03: Diseño de mezcla de concreto	103
Anexo 04: Calibración de equipos	113
Anexo 05: Ensayos del laboratorio	119
Anexo 06: Panel Fotográfico	147

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de las variables de investigación</i>	57
Tabla 2. <i>Compresión al 0%</i>	72
Tabla 3. <i>Compresión al 0.25%</i>	73
Tabla 4. <i>Compresión al 2%</i>	74
Tabla 5. <i>Módulo de rotura</i>	77
Tabla 6. <i>Tracción.</i>	79

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Brecha del servicio de movilidad urbana.	24
<i>Figura 2:</i> Delimitación espacial.	28
<i>Figura 3:</i> Alambre recocido N° 16.	47
<i>Figura 4:</i> Alambre recocido N° 16.	52
<i>Figura 5:</i> Esquema cuasi experimental	59
<i>Figura 6:</i> Mezcla de concreto.	62
<i>Figura 7:</i> Muestras cilíndricas.	63
<i>Figura 8:</i> Muestras prismáticas.	63
<i>Figura 9:</i> Curado de las muestras.	64
<i>Figura 10:</i> Resistencia a la compresión.	65
<i>Figura 11:</i> Resistencia a la flexión.	65
<i>Figura 12:</i> Resistencia a la tracción indirecta.	66
<i>Figura 13:</i> Curva granulométrica AF.	69
<i>Figura 14:</i> Curva granulométrica AG	69
<i>Figura 15:</i> Resumen del diseño de mezcla.	70
<i>Figura 16:</i> Preparación de la mezcla.	71

CONTENIDO DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Compresión 0%</i>	72
<i>Gráfico 2. Compresión 0.25%</i>	73
<i>Gráfico 3. Compresión 2%</i>	74
<i>Gráfico 4. Resultados a siete días</i>	75
<i>Gráfico 5. Resultados a catorce días</i>	76
<i>Gráfico 6. Resultados a veintiocho días</i>	76
<i>Gráfico 7. Flexión comparativa</i>	78
<i>Gráfico 8. Flexión comparativa</i>	78
<i>Gráfico 9. Tracción comparativa</i>	80
<i>Gráfico 10. Tracción comparativa</i>	80

CONTENIDO DE FOTOGRAFIAS

Fotografía N° 1 : Vista general de la elaboración de testigos de concreto, con la adición de 0.25% de alambre reciclado.	148
Fotografía N° 2 : Descripción de Probetas.	148
Fotografía N° 3 : Vista del curado por inmersión de testigos de concreto para el diseño patrón.	149
Fotografía N° 4 : Ensayo a compresión simple del diseño patrón resultando su carga máxima de 414.6 KN a la edad de 7 días.....	149
Fotografía N° 5 : Vista de la probeta del diseño patrón al ser ensayada a compresión simple es fracturada con Falla tipo 5.	150
Fotografía N° 6 : Ensayo a compresión simple del diseño patrón resultando su carga máxima de 454.8 KN a la edad de 7 días.....	150
Fotografía N° 7 : Vista de la probeta del diseño patrón al ser ensayada a compresión simple es fracturada con Falla tipo 5.	151
Fotografía N° 8 : Pozas de curado de testigos de concreto.....	151
Fotografía N° 9 : Elaboración de testigos de concreto, con la adición de 2% de alambre reciclado.....	152
Fotografía N° 10 : Ensayo a compresión simple de la muestra 2 del diseño 2 % resultando su carga máxima de 453.2 KN a la edad de 7 días.....	152
Fotografía N° 11 : Ensayo a compresión simple de la muestra 3 del diseño 2 % resultando su carga máxima de 452.8 KN a la edad de 7 días.....	153
Fotografía N° 12 : Elaboración de testigos de concreto, con la adición de 2% de alambre reciclado; para la edad de 14 días.	153
Fotografía N° 13 : Vista del curado por inmersión de testigos de concreto del diseño de 2 %	154
Fotografía N° 14 : Ensayo a compresión simple de la muestra 1 del diseño 2 % resultando su carga máxima de 368.1 KN a la edad de 14 días.....	154
Fotografía N° 15 : Peso de la probeta de diseño 2% a la edad de 14 días.....	155
Fotografía N° 16 : Medida de la altura y del diámetro de la probeta diseño 2 % a la edad de 14 días.	155

Fotografía N° 17 : Ensayo a compresión simple de la muestra 3 del diseño 2 % resultando su carga máxima de 648.9 KN a la edad de 14 días.....	156
Fotografía N° 18 : Ensayo a compresión simple de la muestra 1 del diseño 0.25 % resultando su carga máxima de 454.1 KN a la edad de 7 días.....	156
Fotografía N° 19 : Ensayo a compresión simple de la muestra 2 del diseño 0.25 % resultando su carga máxima de 332.6 KN a la edad de 7 días.....	157
Fotografía N° 20 :Ensayo a compresión simple de la muestra 3 del diseño 0.25 % resultando su carga máxima de 389.9 KN a la edad de 7 días.....	157
Fotografía N° 21: Ensayo a compresión simple de la muestra 1 del diseño 0.25% resultando su carga máxima 560 KN a la edad de 14 días.	158
Fotografía N° 22: Ensayo a compresión simple de la muestra 3 del diseño 0.25% resultando su carga máxima 583.6 KN a la edad de 14 días.	158
Fotografía N° 23: Ensayo a compresión simple de la muestra 1 del diseño patrón resultando su carga máxima 550.1 KN a la edad de 14 días.	159
Fotografía N° 24: Ensayo a compresión simple de la muestra 2 del diseño patrón resultando su carga máxima 459.2 KN a la edad de 14 días.	159
Fotografía N° 25: Ensayo a la flexión de la viga 1 del diseño patrón a la edad de 14 días.	160
Fotografía N° 26: Ensayo a la flexión de la viga 2 del diseño patrón, resultando su máxima carga aplicada 130.2 KN a la edad de 14 días.	160
Fotografía N° 27: Ensayo a la flexión de la viga 3 del diseño patrón, resultando su máxima carga aplicada 146.3 KN a la edad de 14 días.	161
Fotografía N° 28: Vigas del diseño de 0.25 % para el ensayo a la flexión.....	161
Fotografía N° 29: Ensayo a la flexión de la viga 2 del diseño 0.25 %, resultando su máxima carga aplicada 173.2 KN a la edad de 28 días.	162
Fotografía N° 30: Ensayo a la flexión de la viga 3 del diseño 0.25 %, resultando su máxima carga aplicada 136.9 KN a la edad de 28 días.	162
Fotografía N° 31: Ensayo a la flexión de la viga 1 del diseño 2%, resultando su máxima carga aplicada 164.3 KN a la edad de 14 días.	163
Fotografía N° 32: Ensayo a la flexión de la viga 1 del diseño 2 %, resultando su máxima carga aplicada 164.3 KN a la edad de 28 días.	163

Fotografía N° 33: Ensayo a la flexión de la viga 2 del diseño 2 %, resultando su máxima carga aplicada 175.5 KN a la edad de 28 días.	164
Fotografía N° 34: Ensayo a tracción indirecta de la muestra 1 del diseño patrón, resultando su carga máxima de 145.9 KN a la edad de 14 días.....	164
Fotografía N° 35: Toma de medidas de la probeta 2 y 3 de diseño patrón, a edad de 14 días.	165
Fotografía N° 36: Ensayo a tracción indirecta de la muestra 2 del diseño patrón, resultando su carga máxima de 166.9 KN a la edad de 14 días.....	165
Fotografía N° 37: Ensayo a tracción indirecta de la muestra 3 del diseño patrón, resultando su carga máxima de 172.8 KN a la edad de 14 días.....	166
Fotografía N° 38: Ensayo a tracción indirecta de la muestra 3 del diseño 0.24%, resultando su carga máxima de 193.6 KN a la edad de 14 días.....	166
Fotografía N° 39: Ensayo a tracción indirecta de la probeta 3 del diseño 2%, resultando su carga máxima de 156.9 KN a la edad de 14 días.	167
Fotografía N° 40: Ensayo a compresión simple de la probeta 1 del diseño patrón resultando su carga máxima de 557.5 KN a la edad de 28 días.....	167
Fotografía N° 41: Ensayo a compresión simple de la probeta 2 del diseño patrón resultando su carga máxima de 629.2 KN a la edad de 28 días.....	168
Fotografía N° 42: Ensayo a compresión simple de la probeta 3 del diseño patrón resultando su carga máxima de 629 KN a la edad de 28 días.....	168

RESUMEN

Para esta investigación se tuvo el problema planteado como: ¿Cuál es la incidencia de la adición de alambre reciclado en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos?, con el objetivo de: Determinar la incidencia de la adición de alambre reciclado en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos, por lo tanto, como hipótesis se tuvo. La adición de alambre reciclado genera una incidencia en un rango aceptable en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos.

En cuanto a la metodología, se utilizó el método científico, con un nivel correlacional, con un tipo aplicado. Se tuvo también un diseño experimental se consideró el tipo cuasi experimental. Habiéndose considerado como población 4 dosificaciones de concreto con y sin la adición de alambre reciclado en el concreto (0.25% y 2%). La muestra fue dirigida o intencional, teniéndose en consideración la misma cantidad de ensayos que la población (censal). Se tienen 72 unidades de muestra. Respecto a la conclusión se tuvo que existe una incidencia significativa al adicionar alambre reciclado recocido N°16 en 2% de acuerdo al peso total del concreto en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Por lo tanto, la presente tesis obtuvo como resultado que la adición de alambre con cantidad de 0.25 % y 2% por volumen, Muestra un mejor comportamiento en el estado fresco con una buena trabajabilidad, mientras que en el estado endurecido presenta el incremento en los valores con

respecto a resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, en cuanto a la resistencia a la tracción presenta disminución en sus valores.

Palabras claves: **alambre reciclado, propiedades del concreto, pavimento rígido.**

ABSTRACT

For this research, the problem was posed as: What is the incidence of the addition of recycled wire on the mechanical properties of concrete for urban rigid pavements?, with the objective of: Determine the incidence of the addition of recycled wire on the properties mechanics of concrete for urban rigid pavements, therefore, as a hypothesis was taken. The addition of recycled wire generates a significant impact on the mechanical properties of concrete for urban rigid pavements. Regarding the methodology, the scientific method was used, with a correlational level, with an applied type. There was also an experimental design, the quasi-experimental type was considered. Having considered as population 4 doses of concrete with and without the addition of recycled wire in the concrete. (0.25% and 2%). The consideration for the sample was directed or intentional, having the same number as the population (census). There are 72 sample units. Regarding the conclusion, it was found that there is a significant impact when adding recycled annealed wire No. 16 in 2% based on the total weight of the concrete on the mechanical properties of the concrete for urban rigid pavements $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, having an increase in compressive and flexural strength values and a decrease in tensile strength

Keywords: recycled wire, concrete properties, rigid pavement.

INTRODUCCIÓN

A fin de optimizar la performance del concreto de los pavimentos rígidos, sobre todo incrementar su resistencia mecánica ante cargas, se tuvo como objetivo principal determinar la incidencia de la adición de alambre reciclado en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos urbanos, para lo cual utilizó un conjunto de procedimientos establecidos dentro de la metodología científica, realizándose ensayos en laboratorio al concreto estándar a fin de ser comparado con concreto con la adición del alambre de construcción reciclado en adiciones de 0.25% y 2%.

Este proceso de investigación se ha realizado de manera experimental, habiéndose considerado un tipo cuasi experimental, al haberse manipulado la variable independiente a través de las adiciones del alambre de construcción reciclado.

El presente trabajo de Tesis de titulación “INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS”, consta de seis capítulos.

Capítulo I, en esta etapa de la tesis se aborda la problemática de investigación, se describen los objetivos de la investigación se justifica la tesis desde múltiples perspectivas, incluyendo las sociales, teóricas y metodológicas.

Capítulo II, se enfoca en realizar una revisión documental del conocimiento expresado en diversas investigaciones y, al mismo tiempo, se procede a definir los términos clave que serán utilizados a lo largo del trabajo.

Capítulo III, se formulan tanto las hipótesis generales como las específicas, se describen en detalle las variables dependientes e independientes, y se operacionalizan las variables que fueron investigadas dentro del presente trabajo.

Capítulo IV, consiste en explicar minuciosamente la metodología empleada en la investigación, considerándose las técnicas de investigación, así como instrumentos utilizados para la recolección de datos, así como los métodos que se aplicarán en el análisis de los datos obtenidos.

Capítulo V, se presenta el presupuesto necesario para llevar a cabo la tesis y se establece un cronograma que detalla la planificación y ejecución de la investigación.

Capítulo VI, contiene la relación de referencias utilizadas a lo largo del trabajo, proporcionando una fuente completa de las fuentes consultadas.

Finaliza mostrando las conclusiones, sugerencias, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Lita Rios Romo

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El concreto ha sido dependiente masivamente en infraestructuras y urbanizaciones a nivel mundial y ha sido capaz de resistir a la agresividad de la naturaleza solo si ha sido diseñado y construido de manera apropiada. A partir de los cuales su aplicación ha logrado un gran y rápido desarrollo.

Es necesario contribuir con las aplicaciones basadas en la innovación para reforzar al concreto en todas sus fases, tanto en su fabricación, caracterización y optimización, a fin de garantizar éxito en su función. Para ello, se requiere de una estrategia que permita analizar su comportamiento, de manera que se logre transmitir confiabilidad de los resultados que se lograrían para un crecimiento en la ingeniería civil.

La importancia en esta investigación se centra en la aplicación de adicionar alambre reciclado debido a sus principales ventajas: tamaño pequeño de 2 cm y 3 cm, bajo costo, facilidad de dispersión en la mezcla de concreto, a la vez aportando de manera indirecta a la contaminación del medio ambiente. La aplicación

La preponderancia de las vías de comunicación en el avance de las naciones es incuestionable, especialmente cuando estas están dotadas de algún tipo de pavimentación, tal como lo destacó Vise en 2021 en el contexto mexicano. En sus palabras los pavimentos en vías urbanas e interurbanas es de suma importancia en la época actual. Esta capa compuesta por una variedad de materiales permite un desplazamiento seguro de vehículos y personas. Por tanto, la pavimentación no solo ha tenido relevancia en el pasado, sino que en la actualidad se considera una prioridad. Contar con calles y otros espacios pavimentados impulsa el desarrollo de ciudades y localidades al facilitar la accesibilidad y movilidad, lo que conlleva a beneficios como un incremento en el flujo de mercancías, visitantes, la creación de nuevas actividades comerciales y un aumento en los recursos económicos".

OLBAP, en 2020, también destaca la crucial relación entre la infraestructura vial y la pavimentación: "La infraestructura vial simplemente no puede existir sin una pavimentación adecuada. Por esta razón, la construcción y las obras civiles adquieren una importancia fundamental. Deben realizarse con materiales de alta calidad y brindar el mantenimiento necesario a las vías terrestres, en particular al pavimento de asfalto, para asegurar su buen estado. Todo esto tiene un impacto positivo en la calidad de vida de los usuarios y promueve un estilo de vida mejorado".

Dentro del ámbito de la construcción, las obras viales son un componente indispensable para estimular el crecimiento económico. Como lo señaló LBAP en 2020, "La presencia de calles y espacios pavimentados es esencial para el progreso de las ciudades y localidades. El pavimento facilita la accesibilidad y

movilidad en estas áreas, lo que se traduce en beneficios como un mayor flujo de mercancías, visitantes, nuevas oportunidades comerciales y un aumento en los recursos económicos". Además, enfatiza que "Es sencillamente inimaginable concebir la infraestructura vial sin una pavimentación adecuada. Por lo tanto, la construcción y las obras civiles deben cumplir con los más altos estándares de calidad, utilizando materiales de primera y asegurando el mantenimiento necesario para mantener en óptimas condiciones las vías terrestres. Todo esto se realiza en beneficio de los usuarios y con el objetivo de mejorar su calidad de vida".

En el contexto peruano, la carencia de vías pavimentadas, tanto en las carreteras como en las calles urbanas, es evidente y su solución tendría un impacto positivo en el desarrollo económico del país. Un ejemplo específico es el distrito de Huancayo, que, hasta la fecha, continúa enfrentando la falta de vías pavimentadas. Esta situación afecta negativamente la calidad de vida de sus habitantes, como se puede observar en los datos proporcionados por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Sector Vivienda, Construcción y Saneamiento

Indicador

1 selected



Figura 1: Brecha del servicio de movilidad urbana.

Tomado de https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&id=652&Itemid=100674&lang=es

Se visualiza que la brecha del servicio es del 86.00 % de la población del distrito, que no cuenta con el servicio de movilidad urbana, es decir pistas y veredas.

Como se ha podido constatar, en el distrito, alrededor del 86% de la población se encuentra desprovisto de una infraestructura de movilidad urbana, lo que significa que carecen de calles y aceras pavimentadas.

En los últimos años, en la ciudad de Huancayo, se ha optado por utilizar pavimentos rígidos en lugar de asfalto para pavimentar las vías urbanas. Según 360 Concreto (2018), los pavimentos de concreto se caracterizan por ser resistentes, predecibles en su comportamiento y capaces de soportar el paso del

tiempo. No se ven afectados por el calor y distribuyen las cargas de los vehículos de manera efectiva, evitando la pérdida de partículas.

En otro sentido, en Perú, se ha observado un incremento en la generación per cápita (GPC) de residuos, es decir, la cantidad de residuos diarios generados por habitante. Este aumento se ha vinculado al crecimiento económico del país. La GPC ha aumentado de 0.529 Kg por habitante al día en 2001 a 0.7 Kg por habitante al día en 2007, y la generación de residuos sólidos municipales en general ha experimentado un aumento, pasando de 0.711 Kg por habitante al día en 2001 a 1.08 Kg por habitante al día en 2007. Esto representa un incremento del 51.9% en la GPC en un período de 7 años, con un promedio de crecimiento anual del 6.15%. Este incremento ha generado una mayor demanda de servicios relacionados con la gestión y manejo de estos residuos a nivel nacional.

Para analizar el impacto ambiental de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo, se realiza la evaluación del ciclo de vida. Esto requiere tener en cuenta aspectos como el consumo de recursos, las emisiones al medio ambiente y la gestión de residuos desde la obtención de materias primas hasta la fabricación, transporte, uso y generación de residuos a lo largo de la vida útil del producto. En el caso de los metales, como el cobre, el plomo y el acero, se destacan por su capacidad de reciclaje, aunque esto puede resultar en una ligera disminución de la calidad después de uno o varios ciclos de reciclaje. Es importante tener en cuenta que la producción de metales primarios genera residuos significativos, como lodos, polvos y escorias, en contraste con las materias primas secundarias que tienen un menor impacto ambiental.

En este contexto, la investigación actual se centra en comprender los posibles beneficios de utilizar alambre reciclado como fibra en el concreto de pavimentos de vías urbanas en la provincia de Huancayo, en la región de Junín.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la incidencia de la adición de alambre reciclado en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la incidencia de la adición de alambre reciclado en la resistencia a la compresión?
2. ¿Qué incidencia produce la adición de alambre reciclado en la resistencia a la flexión?
3. ¿Cómo incide la adición de alambre reciclado en la resistencia a la tracción?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

Se consideró práctica porque se justifica al resolver el problema del concreto para pavimentos rígidos optimizando sus características mecánicas, por lo que generará un beneficio a las obras viales de este tipo, así como también a la sociedad.

1.3.2. Científica o teórica

Se ha considerado de esta manera, ya que se basa en los descubrimientos recientes relacionados con el empleo del alambre de

construcción como fibra en el concreto reutilizado, lo que ha llevado a la generación de conocimiento adicional en este campo

1.3.3. Metodológica

La razón detrás de esta justificación radica en la introducción de un nuevo método para incorporar alambre de construcción reciclado como fibra en el concreto. Este procedimiento tiene el potencial de ser adoptado y aplicado por la comunidad de ingeniería local

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El estudio consideró como delimitación espacial el Distrito de Huancayo, el cual está ubicado en la Provincia de Huancayo, dentro del Departamento de Junín.



Figura 2: Delimitación espacial.

Tomado de <https://www.studocu.com/pe/document/uncp/pavimentos/resumen-ejecutivo/>

1.4.2. Temporal

Todo el proceso fue realizado en el periodo de tiempo desde agosto de 2022 hasta octubre de 2023.

1.4.3. Económica

La investigadora asumió todos los requerimientos económicos que la investigación demandó, sin la ayuda financiera de instituciones externas o terceras partes.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitación económica

La principal restricción que enfrentamos estuvo relacionada con los recursos financieros, lo que nos llevó a llevar a cabo un número limitado

de ensayos centrados en propiedades mecánicas como compresión, flexión y tracción. Desafortunadamente, no pudimos realizar pruebas de módulo elástico debido a la falta de laboratorios en la ciudad de Huancayo que ofrecieran este servicio, y los costos en la ciudad de Lima resultaban prohibitivos.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la incidencia de la adición de alambre reciclado en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Analizar la incidencia de la adición de alambre reciclado en la resistencia a la compresión.
2. Evaluar la incidencia que produce la adición de alambre reciclado en la resistencia a la flexión.
3. Establecer la incidencia de la adición de alambre reciclado en la resistencia a la tracción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Rojas (2018), realizó una investigación en la ciudad de Azogues, Ecuador, en la que analizaron las propiedades físicas y mecánicas de un concreto reforzado con fibras de acero en la ciudad de Azogues, Provincia del Cañar. La incorporación de estas fibras tenía como objetivo mejorar diversas características del concreto, incluyendo su resistencia a la tracción, resistencia al impacto, resistencia a la formación de grietas, así como aumentar su ductilidad, tenacidad y durabilidad, entre otros beneficios. Cabe destacar que esta solución de refuerzo se destacaba por su rapidez y su costo económico debido al ahorro en materiales y mano de obra. Para llevar a cabo este análisis, se llevaron a cabo pruebas en los agregados gruesos y finos extraídos de la mina de Santa Isabel. Con estos materiales, se diseñaron diferentes tipos de concreto que posteriormente se sometieron a ensayos de compresión, tracción y flexión. Se compararon muestras de concreto reforzado con fibras de acero con muestras que no contenían este refuerzo. Los resultados de estas pruebas

se evaluaron para obtener una comprensión clara y precisa de cómo las fibras de acero influían en las propiedades del concreto. Es importante mencionar que este estudio se llevó a cabo siguiendo las normativas establecidas por ASTM, ACI e INEN.

Tras realizar los análisis correspondientes de las dosificaciones con un porcentaje de fibra de acero del 1.15%, se llegó a la conclusión de que este porcentaje resultaba óptimo en términos de resistencia a la flexión. Aunque era posible lograr una resistencia a la compresión más alta con un porcentaje mayor de fibras, este incremento no era significativo, ya que variaba solo en unas pocas unidades. Además, un aumento en la resistencia a la compresión podía dar lugar a una disminución de la resistencia a otros tipos de esfuerzo. Por lo tanto, se concluyó que este porcentaje proporcionaba las mejores respuestas tanto en tracción como en flexión.

Un análisis comparativo visual al ensayar el concreto con y sin fibras de acero reveló que el concreto reforzado con fibras mejoraba significativamente su capacidad para resistir la formación de fisuras. Esto se traducía en un aumento de la tenacidad y en una falla más dúctil en contraposición a una falla explosiva o frágil. Esto confirmaba que las fibras de acero incorporadas actuaban como refuerzo, cosiendo las áreas de fisuración y manteniendo la integridad del espécimen durante un período prolongado, lo que hacía que fuera más resistente a la destrucción. Este aspecto era de gran importancia en situaciones de posibles desastres en estructuras de construcción.

Es relevante mencionar que la inclusión de fibras de acero disminuía la trabajabilidad de la mezcla, lo que resultaba en un aumento de la porosidad y la presencia de burbujas de aire en las muestras de concreto. Esto afectaba la capacidad de adherencia entre las fibras de acero y la matriz de cemento y también afectaba el asentamiento de la mezcla, ya que la formación de bolas de fibra reducía la fluidez de la mezcla, lo que resultaba en valores de asentamiento inferiores a los recomendados para un diseño adecuado de mezclas de concreto.

Urgiles (2018), en esta investigación realizada en Cuenca, Ecuador, se llevó a cabo un estudio comparativo entre el concreto simple y el concreto reforzado con diferentes porcentajes de fibras de acero (0.5%, 1.0% y 1.5%). El objetivo principal era evaluar cómo la incorporación de estas fibras afecta las propiedades mecánicas del concreto, tanto en su estado fresco como endurecido.

El estudio comenzó con un análisis de los agregados obtenidos de las canteras de Santa Isabel y Cochancay, verificando si cumplían con los requisitos de granulometría según la Norma Ecuatoriana NTE INEN 872. Una vez confirmada la idoneidad de los agregados, se procedió a diseñar una mezcla de referencia siguiendo el Método 211 ACI para agregados bien graduados y utilizando el Método gráfico de Fuller y Thompson para los agregados que no cumplían con las especificaciones granulométricas. Se emplearon dos tipos de cemento: Tipo IP Guapán y Tipo GU Holcim.

Los resultados de la investigación revelaron que la adición de fibras de acero mejoró significativamente la resistencia a la compresión del concreto. Al agregar un 0.5% de fibras de acero de 50 mm de longitud, se observó un aumento del 17.5% en la resistencia a la compresión a los 28 días de curado cuando se utilizó cemento Guapán Tipo IP, y un incremento del 28.5% al emplear cemento Holcim Tipo GU, en comparación con el concreto simple.

En los ensayos de flexión realizados en vigas de 15x15x53 cm, se observó una mayor ductilidad en el concreto reforzado con fibras. Después de la aparición de las primeras grietas, las vigas continuaron siendo capaces de soportar carga, y su rotura no fue abrupta, a diferencia de lo que se observó en las vigas de concreto convencional. La incorporación del 1% de fibra de acero en el concreto resultó en un aumento del módulo de rotura del 34% al utilizar cemento Guapán Tipo IP y del 39% al emplear cemento Holcim GU. Estos resultados sugieren que el uso de fibras de acero en el concreto puede mejorar significativamente su resistencia y ductilidad.

Robalino y Bolívar (2018) realizaron una investigación que se llevó a cabo en Guayaquil, Ecuador, con el objetivo de evaluar el concreto utilizado en las losas de pavimento rígido, específicamente con un módulo de rotura de 4.5 MPa y la incorporación de fibras de acero. El estudio se centró en el rendimiento de este tipo de concreto ante demandas rigurosas y siguió las directrices de normativas nacionales,

como MTOP 2002, NEVI 12, INEN, así como estándares internacionales como ASTM y ACI.

En la fase experimental, se caracterizaron los componentes utilizados en el concreto con fibras de acero, con el objetivo de determinar la proporción adecuada de fibras. Se probaron diferentes concentraciones de fibras de acero, desde 5 kg/m³ hasta 40 kg/m³, cumpliendo con los requisitos de la norma ACI-544. Estos requisitos incluyeron una resistencia a la compresión de $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y una resistencia a la flexión de $MR = 4.5 \text{ MPa}$.

Llegaron a concluir que la cantidad óptima de fibras de acero para las losas de pavimento con una resistencia a la flexión de $MR = 4.5 \text{ MPa}$ es de 20 kg/m³.

En términos de resistencia a compresión, se logró alcanzar la resistencia de diseño de $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, con un incremento del 5.99% a los 28 días, que se consideró despreciable en comparación con el aumento en la resistencia a flexión.

Durante el ensayo de flexión, se observó un aumento sustancial de más del 35% en la resistencia del concreto en relación a su valor de diseño a los 28 días. Además, se observó un cambio en el modo de fractura del concreto, pasando de frágil a dúctil.

A los 14 días, el diseño con la cantidad óptima de fibras alcanzó un impresionante 106.52% de la resistencia especificada para la flexión.

La relación entre el esfuerzo de compresión y el esfuerzo de flexión osciló entre un 8% y un 10%, en contraste con el concreto

convencional que, según el ACI, suele estar en un rango más amplio de 10% a 15%.

En el caso del concreto con fibras, se exploró la posibilidad de realizar múltiples ensayos en un mismo cilindro sin observar explosiones de partículas ni separación de conglomerados, solo la aparición de fisuras. Sin embargo, en el caso del concreto sin fibras, se sometió a dos ensayos adicionales para evaluar su impacto en la resistencia, y se confirmó que con la cantidad óptima de fibras, la resistencia disminuyó aproximadamente en un 50% en comparación con el valor del primer ensayo.

Estos resultados sugieren que la incorporación de fibras de acero mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto, especialmente en términos de resistencia a la flexión, ductilidad y resistencia a compresión.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Bellido (2021), investigó a las fibras de alambre, es así que consideró un problema general que consistía en evaluar el efecto de la incorporación de fibras de alambre reciclado (FAR) en el pavimento de concreto $f'_c=300 \text{ kg/cm}^2$ en la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ayacucho. Tuvo como objetivo el de analizar cómo estas fibras influían en el concreto, y la hipótesis general formulada afirmaba que la inclusión, mejoraría las propiedades de este. Metodológicamente, la investigación se clasificó como aplicada, ya que buscaba aplicar conocimientos previos para avanzar en el tema en cuestión. Además, se utilizó un diseño cuasi

experimental, donde una de las variables se manipuló de manera intencional. Los resultados de la investigación revelaron que la adición de fibras de alambre reciclado modificó las propiedades físicas y mecánicas del pavimento de concreto $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$ en la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ayacucho, en 2021. Esta modificación se manifestó en la disminución del asentamiento del concreto y en un aumento de la compresión y a la flexión del concreto a medida que se aumentó la cantidad de FAR reciclado en la mezcla. Además, se utilizó un aditivo superplastificante para mantener la trabajabilidad de la mezcla. Los resultados de las pruebas de compresión a los 28 días de curado mostraron un incremento en la compresión a medida que se aumentaba la cantidad de FAR en la mezcla, llegando a un aumento del 59.67% en comparación con la resistencia de diseño del concreto $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$. Las pruebas de flexión a los 28 días de curado también arrojaron un aumento en la flexión a medida que se incrementaba la cantidad de FAR en la mezcla, llegando a un aumento del 53.16% en comparación con el concreto patrón.

Peña y Vallenas (2022) realizaron una investigación de la inclusión de distintas proporciones de acero reciclado de construcción trefilado afecta las propiedades mecánicas del concreto utilizado en pavimentos rígidos. El objetivo principal de este estudio fue analizar la mejora de las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos mediante la adición de fibras de acero reciclado de construcción trefilado en diversas proporciones. La hipótesis general planteada sugería que la

incorporación de acero reciclado de construcción trefilado en los porcentajes mencionados tendría un impacto positivo y significativo en las propiedades mecánicas del concreto utilizado en pavimentos.

En términos de metodología, esta investigación se clasificó como aplicada, ya que se centró en aplicar conocimientos previos para avanzar en el tema en cuestión. Además, se utilizó un diseño cuasi experimental, donde se modificó intencionadamente una de las variables.

Las conclusiones clave del estudio son las siguientes: En el caso del concreto con una resistencia de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, la adición de acero reciclado de construcción trefilado en los porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% resultó en un aumento en la resistencia a la compresión, con mejoras que oscilaron entre el 0.8% y el 1.5%. La mayor mejora se observó al agregar un 2% de acero trefilado, logrando una resistencia de 215.1 kg/cm^2 . En cuanto al concreto con una resistencia de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, la inclusión de acero reciclado de construcción trefilado en los porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2% produjo un aumento en la resistencia a la compresión que varió del 0.5% al 3.6%. La mayor mejora se registró al agregar un 2% de acero trefilado, alcanzando una resistencia de 322.9 kg/cm^2 . La resistencia a la tracción del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ disminuyó al añadir acero reciclado de construcción trefilado en los porcentajes mencionados en comparación con el concreto estándar, con una disminución que varió de 0.4% a 5.9%. La mayor resistencia se obtuvo al agregar un 2% de acero trefilado, con una resistencia de 246.11 kg/cm^2 . En el caso del concreto con una resistencia de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, la

adición de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de acero trefilado resultó en un aumento en la resistencia a la tracción de entre el 2.5% y el 5.1% en comparación con el concreto estándar. La mayor resistencia a la tracción se logró al agregar un 2% de acero trefilado, alcanzando una resistencia de 305.45 kg/cm². La resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² mostró variaciones: disminuyó al agregar 0.5% y 1% de acero trefilado, pero aumentó al incluir 1.5% y 2% de acero trefilado. En el concreto $f'_c=280$ kg/cm², la resistencia a la flexión aumentó al agregar 0.5% y 1% de acero trefilado, pero disminuyó al agregar 1.5% y 2% de acero trefilado. En el concreto al agregar 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de acero trefilado, la trabajabilidad aumentó a 2.5 y 2.8 pulgadas, pero disminuyó a 2.5 pulgadas al agregar un 2% de acero. Esta reducción en la trabajabilidad afectó a la flexión del concreto endurecido.

Moran y Huerta (2020), evaluaron la posibilidad de mejorar la compresión y flexión de una losa de pavimentación mediante la inclusión de fibras metálicas Dramix 4D. El objetivo primordial del estudio fue verificar que la adición de estas fibras de acero en la losa del pavimento rígido podría potenciar el comportamiento mecánico del paquete estructural de una vía específica ubicada en la Av. Héroes. La hipótesis general formulada sostenía que la adición de las fibras de acero Dramix 4D en la losa del pavimento rígido podría incrementar la resistencia a la compresión y flexión en un 20%. Estos resultados confirmarían la mejora en el comportamiento mecánico del pavimento rígido diseñado, lo que aseguraría un desempeño satisfactorio de la vía a

lo largo de su vida útil. En términos de metodología, la investigación se clasificó como aplicada, ya que tenía como objetivo aplicar conocimientos previos para avanzar en el tema en cuestión. Además, se utilizó un diseño cuasi experimental, en el cual se manipuló deliberadamente una de las variables para llevar a cabo la investigación.

Concluyeron que la adición de las fibras de acero optimiza el comportamiento mecánico del paquete estructural de un pavimento rígido de concreto. Las fibras, debido a su alto módulo elástico y resistencia a la tracción, aumentaron la capacidad de la matriz de aglutinante para resistir el agrietamiento bajo tensiones de tracción, flexión y compresión. Los ensayos realizados abarcaron pruebas de compresión y flexión, siendo este último más relevante en pavimentos rígidos, ya que los esfuerzos de flexotracción son superiores a los de compresión. La mejora observada fue del 12% en compresión y del 13% en flexión en comparación con el diseño sin fibras. Se llevó a cabo un diseño de pavimento rígido estándar utilizando el método AASHTO (1993) para determinar los espesores del paquete estructural. Se concluyó que el espesor de la sub-base debía ser de 0.225 m, la losa de pavimento de 0.25 m. En cuanto a la compresión a los 7 días, mejoraron en un 18%, que disminuyó al 12.8% a los 28 días, pero aún se mantuvo el beneficio en comparación con un diseño sin fibras. Los ensayos de flexión también demostraron una mejora en el comportamiento mecánico de alrededor del 13% en comparación con un diseño sin refuerzo de fibras. Se destacó que el diseño con fibras permitía una mayor capacidad de carga después de la primera falla estructural,

gracias a la transferencia de esfuerzos post-fisuración generada por las fibras. Se realizó un análisis de costos que reveló que el costo del concreto con fibras por metro cúbico era superior al del concreto sin fibras en S/ 40.00. Sin embargo, al analizar los precios unitarios de "Colocación y acabado del pavimento," se observó que, al reducir el espesor de la losa, se aumentaba el rendimiento diario, lo que reducía los costos en esa partida.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.1.1. Bases teóricas del concreto

Rivva (2010) indica al respecto que es una combinación de cemento Portland, agregado fino y grueso, agua y aditivos. Su función principal radica en su capacidad para resistir esfuerzos de compresión una vez que ha alcanzado su estado de endurecimiento.

Según la información proporcionada por Agüero (2027), al abordar la historia del concreto, se constata un antiguo interés en la construcción que se remonta a épocas ancestrales cuando las personas requerían edificar sus viviendas. Para lograrlo, empleaban materiales como arcilla, cal, arena, piedra o ladrillos para dar forma a sus estructuras. Aunque no se puede precisar una fecha exacta de su origen, existen pruebas que sugieren que los egipcios emplearon yeso calcinado no refinado y arena para unir bloques de piedra en las pirámides de Giza alrededor del año 2690 a.C.

A medida que avanzaba el tiempo, se experimentaron mejoras en los materiales utilizados para la construcción. Imperios como Grecia y

Roma hacían uso de caliza calcinada, agua y arena para unir sus piedras y ladrillos. No obstante, se hizo evidente que la cal viva no mantenía su resistencia cuando se exponía al agua durante períodos prolongados. Este desafío condujo a la investigación de componentes que pudieran mejorar la durabilidad de los materiales. En la Edad Media, surgieron dificultades en la elaboración del mortero debido a la cocción incompleta de la cal y la falta de tobas volcánicas apropiadas, lo que ocasionó un estancamiento en los avances de los materiales de construcción.

El siglo XVIII marcó un punto de inflexión con la contribución del ingeniero John Smeaton, quien se interesó en la manufactura del mortero y desarrolló los primeros cementos hidráulicos al combinar caliza. No obstante, el año 1824 resultó crucial cuando Joseph Aspdin realizó experimentos con caliza y arcilla, lo que culminó en la invención del cemento Portland. La fórmula de la mezcla de caliza y arcilla fue refinada en 1845 gracias a Isaac Johnson, quien perfeccionó el proceso del clinker.

El año 1861 marcó un hito en la historia del concreto con la introducción del concreto armado, gracias a la invención de Jack Monier, un jardinero que creó un jarrón a partir de mortero y cemento. A partir de ese momento, el concreto se consolidó como un material de construcción ampliamente empleado en todo el mundo debido a sus notables propiedades de durabilidad y resistencia. Estos avances científicos y tecnológicos desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo de la industria de la construcción moderna y sus estructuras.

2.1.1.1. Propiedades mecánicas del concreto

Las propiedades respecto a la resistencia mecánica del concreto, como se expone en la referencia de Cormac (2018), están intrínsecamente relacionadas con su comportamiento cuando se somete a fuerzas externas. En lo que respecta a las propiedades mecánicas, se refieren a aquellas que determinan la resistencia del concreto frente a las cargas a las que se ve sometido.

Algunas de las propiedades clave del concreto que inciden en su resistencia y su comportamiento ante estas fuerzas son las siguientes:

Resistencia a la compresión: Esta propiedad evalúa la capacidad del concreto para resistir fuerzas que tienden a comprimirlo. Es de vital importancia en estructuras que deben soportar cargas verticales, como edificios y columnas.

Resistencia a la flexión: La capacidad de resistencia a la flexión del concreto se refiere a su habilidad para oponerse a las fuerzas que provocan la flexión, el doblamiento o la curvatura de elementos estructurales como vigas, losas y otros, en lugar de ceder a la compresión o a la tracción. En el campo de la ingeniería estructural, esta característica reviste gran importancia, ya que muchas construcciones, como puentes y vigas, están expuestas a cargas que generan momentos de flexión. Para evaluar la resistencia a la flexión del concreto, se emplean ensayos específicos, como el ensayo de flexión estática. Los resultados obtenidos en estos ensayos suministran información esencial sobre la manera en que el concreto se comportará bajo la influencia de cargas que inducen momentos de flexión en una estructura. La resistencia a la flexión se cuantifica generalmente en

términos de la carga máxima que el concreto puede soportar antes de fracturarse o colapsar debido a fuerzas de flexión.

Resistencia a la tracción: Esta resistencia en el concreto es mínima si la comparamos con la compresión, hace referencia a la capacidad que tiene para aguantar fuerzas que tratan de estirar o separar al concreto, debido a esta razón se añade el acero corrugado en el concreto armado, a fin de que se resistan estos esfuerzos ante sollicitaciones de cualquier índole.

Módulo de elasticidad: Este término hace referencia a la capacidad del concreto para deformarse elásticamente bajo carga. Un concreto con un módulo de elasticidad elevado recupera su forma original cuando se eliminan las cargas, mientras que uno con un módulo de elasticidad bajo puede experimentar deformaciones permanentes.

Estas propiedades son cruciales para evaluar la idoneidad del concreto en una amplia gama de aplicaciones y garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras. La elección de la mezcla de concreto y la incorporación de aditivos pueden influir en estas propiedades con el fin de satisfacer los requisitos específicos de cada proyecto.

2.1.1.2. Componentes del concreto

En relación a este tema, según lo señala Abanto (2009) en su estudio señala lo siguiente:

Cemento: De acuerdo con la definición de Velásquez en su estudio de 2019, el cemento se compone de óxido de calcio, alúmina, sílice, óxido de hierro y otros componentes derivados o relacionados a los mencionados.

Agua: Esta sustancia líquida posee una composición química conocida y cumple principalmente la función de mezclar e hidratar el cemento con los agregados, además de proporcionar fluidez y humedad al concreto.

Agregados: Según la descripción de Durand en 2017, los agregados son elementos esenciales en la composición del concreto, ya que proporcionan el volumen necesario para lograr la resistencia requerida durante el proceso de endurecimiento de la mezcla. Estos agregados están compuestos en su mayoría por partículas naturales y artificiales con características específicas establecidas por las autoridades competentes.

2.1.1.3. Componentes del concreto

En relación a este tema, según lo señala Abanto (2009) en su estudio señala lo siguiente:

Cemento: De acuerdo con la definición de Velásquez en su estudio de 2019, el cemento se compone de óxido de calcio, alúmina, sílice, óxido de hierro y otros componentes derivados o relacionados a los mencionados.

Agua: Esta sustancia líquida posee una composición química conocida y cumple principalmente la función de mezclar e hidratar el cemento con los agregados, además de proporcionar fluidez y humedad al concreto.

Agregados: Según la descripción de Durand en 2017, los agregados son elementos esenciales en la composición del concreto, ya que proporcionan el volumen necesario para lograr la resistencia requerida durante el proceso de endurecimiento de la mezcla. Estos agregados están

compuestos en su mayoría por partículas naturales y artificiales con características específicas establecidas por las autoridades competentes.

2.1.2. Alambre de construcción

Deacero (2023) manifiesta que es un componente esencial en la edificación de estructuras, como paredes, vigas, la creación de cimientos, entre otras aplicaciones. Este alambre es galvanizado y se produce en un horno de tipo campana, en el cual el proceso de recocido se controla de manera automática. El alambre recocido es un material robusto y fácil de moldear, lo que permite su uso para atar estribos o realizar nudos que aportan solidez a la estructura sin que el material se rompa. Este alambre está disponible en variantes de alto o bajo contenido de carbono y se puede adquirir con o sin cascarilla.

Aceros Crea (2023) al respecto nos indica que Este alambre galvanizado desempeña un papel fundamental en la consolidación de estructuras, como muros, vigas, cimentaciones y una variedad de aplicaciones adicionales. Su flexibilidad permite sujetar estribos y realizar nudos que aportan solidez a la estructura sin riesgo de que el material se fracture. Se utiliza de manera destacada en zonas críticas, especialmente en aquellas ubicadas en lugares con una alta propensión a movimientos sísmicos o en terrenos desafiantes. El alambre recocido tiene la ventaja de reducir el peso total de la obra, al tiempo que asegura que la construcción permanezca intacta y permita cierta movilidad para proteger la integridad de la estructura durante movimientos sísmicos. Entre sus usos principales se incluyen la formación de castillos, el armado de losas, la sujeción de aceros

estructurales, el traslape de mallas y su aplicación en procesos industriales. Este tipo de alambre se clasifica dentro de los aceros corrugados debido a su capacidad de flexión y corte sin que su estructura sufra daños, lo que lo convierte en un material altamente dúctil.

Prodac (2021) manifiesta que se trata de un alambre con bajo contenido de carbono que ha pasado por un proceso de recocido a elevadas temperaturas, otorgándole la propiedad esencial de ductilidad. Esta característica facilita significativamente la manipulación del alambre al amarrarlo, doblarlo y enrollarlo. Principalmente utilizado en la industria de la construcción para sujetar vigas y columnas, este alambre desempeña un papel crucial en varias tareas de fijación de encofrados. Gracias a su ductilidad, este alambre posibilita la tarea de amarrar, doblar y enrollar con facilidad.

Es un derivado del Alambrón que se logra a través de un proceso de trefilado y un tratamiento térmico posterior de recocido que le confiere una notable maleabilidad. Por lo general, se emplea comúnmente para sujetar los estribos presentes en las estructuras de castillos y cadenas en proyectos de construcción.

Este alambre tiene un calibre 16, lo que significa que su diámetro es de aproximadamente 1.59 milímetros o 0.063 pulgadas. Es considerablemente más delgado que el alambrón, que se utiliza para propósitos similares. Además del calibre 16, existen otros calibres disponibles, como el 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 19 y 20.



Figura 3: Alambre recocido N° 16.

Tomado

<https://konstrutecnia.com/p/n235#:~:text=Es%20un%20alambre%20de%20acero,%C3%B3ptimamente%20en%20las%20aplicaciones%20se%C3%B1aladas.>

Tal como señala la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2023) respecto a su composición química tenemos los siguientes componentes en el alambre:

- Azufre (S): 0.05 %.
- Magnesio (Mn): 0.30 - 0.50 %.
- Fósforo (P): 0.04 % máx.
- Carbono (C): 0,10 % máx.

Respecto a sus características físico-mecánicas tenemos los siguientes:

- Calibre: 16
- Diámetro: 1.59 ± 0.04 mm.
- Unidad de medida: kilogramo (kg).
- Resistencia a la tracción: 32 - 45.9 kg/mm².

Debido a su bajo contenido de carbono y el proceso de recocido a altas temperaturas, este alambre exhibe una notable facilidad de trabajo y ductilidad. Cada rollo de alambre cuenta con un peso y dimensiones precisas, lo que se traduce en una mayor cantidad de metros por cada kilogramo. La tolerancia en el peso se encuentra dentro del rango de $\pm 2\%$.

2.1.3. PAVIMENTO RÍGIDO

2.1.3.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO

Conforme a Alicaresp (2019), se describe un pavimento rígido como un sistema mayoritariamente constituido por una losa de concreto, que puede ser sencilla o reforzada, y se asienta directamente sobre una base o subbase. Gracias a la rigidez y al elevado módulo de elasticidad de esta losa, es capaz de absorber la mayor parte de las tensiones generadas por las cargas vehiculares, lo que resulta en una eficiente distribución de las cargas de las ruedas y, como consecuencia, en niveles bajos de tensión en la subrasante. Estos pavimentos se edifican empleando losas de concreto hidráulico, a veces con refuerzo de acero. A pesar de tener un costo inicial superior al de los pavimentos flexibles, su vida útil puede oscilar entre 20 y 40 años, y su requerimiento de mantenimiento es mínimo, generalmente limitado a las juntas entre las losas.

La capa superior de la estructura del pavimento se compone de concreto hidráulico, lo que implica que su resistencia y capacidad de carga dependen principalmente de la losa de concreto en sí, en lugar de depender en gran medida de la capacidad de la subrasante, ya que no se utiliza una capa de base. La fabricación de esta losa implica el uso de concreto de

cemento Portland, y la cantidad mínima de cemento necesaria se determina a través de pruebas de laboratorio y la experiencia previa en términos de resistencia y durabilidad.

Cuando es necesario resistir el deterioro superficial causado por el hielo-deshielo, la exposición a sales o mejorar la manejabilidad de la mezcla, se debe utilizar concreto con aire incorporado. Esto contribuye a prevenir problemas superficiales y garantiza la durabilidad de la loza de concreto en condiciones adversas.

Las juntas desempeñan un papel crucial al mantener las tensiones en la loza de pavimento dentro de los límites admisibles del concreto, ya sea debido a la contracción y expansión de la estructura o para disipar tensiones provocadas por fisuras debajo de las losas. Su importancia radica en asegurar la durabilidad de la estructura y son un indicador clave de la calidad del pavimento. Además, es esencial rellenar estas juntas con materiales adecuados utilizando técnicas constructivas específicas. Por lo tanto, la conservación y la pronta reparación de las fallas en las juntas son esenciales para prolongar la vida útil del pavimento.

Las juntas se pueden clasificar en longitudinales y transversales según su orientación en relación con la dirección principal o eje del pavimento. De acuerdo a de su propósito, se denominan juntas de contracción, articulación, construcción, expansión o aislamiento. En cuanto a su forma, se pueden categorizar como rectas, machimbradas o acanaladas. En los pavimentos reforzados con juntas, se incorpora refuerzo, como mallas de barras de acero o acero electrosoldado, junto con pasadores para

transferir carga en las juntas de contracción. En este tipo de pavimentos, este refuerzo tiende a mantener unido al concreto a pesar que se generen grietas, a fin de que se siga transfiriendo la carga y no se afecte el correcto funcionamiento de la estructura.

Dentro de estas, encontramos las Juntas de Contracción, cuya función principal es controlar y dirigir de manera ordenada la formación de grietas en el pavimento, que pueden surgir debido a la contracción (retracción) causada por el secado y/o las variaciones de temperatura en el concreto. Estas juntas se emplean con el propósito de reducir las tensiones generadas por la curvatura y el alabeo de las losas. En algunas circunstancias, se pueden utilizar pasadores en las juntas de contracción para la transferencia de cargas, aunque se espera que la unión entre los agregados proporcione la mayor parte de la transferencia de cargas.

Asimismo, las juntas de construcción se utilizan para separar secciones contiguas de una construcción que se han realizado en momentos diferentes, como al final del día o entre franjas de pavimentación. La transferencia de cargas en estas juntas se logra mediante el uso de pasadores, que pueden ser de tipo transversal o longitudinal:

- Bajo costo anual: Aunque puede tener un costo inicial más alto en comparación con otros materiales, como el asfalto, el pavimento de concreto tiende a requerir menos mantenimiento a lo largo de su vida útil, lo que se traduce en costos anuales más bajos.

- Alta capacidad: El pavimento de concreto es capaz de soportar cargas pesadas y un tráfico intenso, lo que es esencial para las carreteras urbanas que experimentan un alto volumen de vehículos.
- Más seguridad: La superficie del pavimento de concreto ofrece una buena adherencia y resistencia al deslizamiento, lo que contribuye a la seguridad vial al reducir los accidentes relacionados con derrapes y resbalones.
- Buena apariencia: El concreto tiende a mantener su apariencia visual durante un período más largo en comparación con otros materiales, lo que contribuye a una estética atractiva en las carreteras urbanas.
- Fácil construcción: La construcción de pavimento de concreto es un proceso relativamente sencillo y eficiente, lo que acelera los proyectos viales y minimiza las interrupciones en el tráfico.
- Diseño probado: El pavimento de concreto tiene un historial probado de rendimiento en una variedad de entornos y condiciones, lo que lo convierte en una elección confiable para las carreteras de la ciudad.
- Ahorros importantes: A pesar del costo inicial más alto, los ahorros a lo largo del ciclo de vida útil del pavimento, incluyendo reducción de costos de mantenimiento y menor necesidad de reconstrucción, pueden ser significativos.
- Poco mantenimiento: El pavimento de concreto suele requerir menos mantenimiento a lo largo del tiempo, lo que disminuye los costos y las molestias asociados con el mantenimiento constante.

- Comportamiento ideal: El concreto ofrece un comportamiento estructural sólido y predecible, lo que es crucial para garantizar la integridad y la durabilidad de las carreteras urbanas.



Figura 4: Alambre recocido N° 16.

Tomado

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.municipiovillazon.gob.bo%2Fobra%2Fconst-pavimento-rigido-calle-avaroa-entre-la-paz-y-beni%2F&psig=AOvVaw3lraypO2-EJ--JROV4mEAh&ust=1698520464536000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQjRxqFwoTCID-j4H4loIDFQA>

2.3. Marco conceptual

- **ALAMBRE RECICLADO:** Las fibras de alambre reciclado provienen de desechos de alambre calibre #16, que son recuperados de diversas obras de construcción. Estos se reciclan con el propósito de ser incorporados en la mezcla de concreto utilizada en las losas de pavimento rígido, con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Para lograrlo, se procede a cortar el alambre

reciclado en segmentos de 5 cm utilizando herramientas como alicates, cizallas y amoladoras. Posteriormente, se añade a la mezcla de concreto de las losas de pavimento rígido de acuerdo a una dosificación basada en el peso (Silva, 2014).

- **CONCRETO HIDRÁULICO:** Silva (2014), indica que el concreto hidráulico es el resultado de combinar cemento Pórtland, agregados pétreos, agua y, en ocasiones, aditivos. Esta mezcla se moldea para formar una estructura sólida y resistente durante el proceso de fraguado.
- **PAVIMENTACIÓN RÍGIDA:** MTC (2014) señala que los pavimentos rígidos se componen de una losa de concreto Portland que se coloca sobre una base o directamente sobre la subrasante. Estos pavimentos transmiten eficazmente las cargas al suelo en una forma minimizada, son intrínsecamente resistentes y requieren un control riguroso en la cantidad de concreto utilizado.
- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** 360 en concreto (2023) manifiesta que la resistencia a la compresión se refiere a la capacidad de un material para soportar una carga por unidad de área y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa o, en ocasiones, en libras por pulgada cuadrada (psi).

La propiedad mecánica más importante del hormigón es la resistencia a la compresión, que se define como la capacidad de carga por unidad de área y se expresa como una tensión como kg/cm² o MPa, a veces expresadas en psi. Para calcular su valor se elaboran testigos cilíndricos basados en la normatividad de la ASTM C31 Y NTP 339.033, mientras que para estimar la resistencia del concreto mediante pruebas se debe tomar en consideración las estipulaciones de la norma NTP 339.034. Los factores que afectan el f'_c son: contenido de cemento, relación

agua-cemento, contenido de aire, propiedades del concreto, edad del concreto, martilleo del concreto, endurecimiento del concreto, temperatura.

- RESISTENCIA A LA TRACCIÓN: 360 en concreto (2023) manifiesta que el concreto posee una resistencia muy baja a la tracción, por lo que esta característica generalmente no se considera en el diseño de estructuras convencionales. No obstante, la tensión es relevante en lo que respecta a la formación de grietas en el concreto, debido a restricciones provocadas por la contracción debido al secado o cambios de temperatura.
- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN: 360 en concreto (2023) indica que puede entenderse como una medida indirecta de la resistencia a la tracción del concreto. Esta propiedad evalúa la capacidad del concreto para resistir la fractura debida a las fuerzas de flexión en elementos como vigas o losas que no cuentan con refuerzo. Si hablamos de diseño de pavimentos de concreto, se considera como indicador de esta propiedad al módulo de rotura (MR) en kilogramos sobre centímetro cuadrado. Su valor se realiza en función de la resistencia a cargas de compresión, y se entiende entre el 10% y el 20% de esta, y esta variación depende del tipo, tamaño y cantidad de agregado grueso utilizado. La Norma CE.010 establece un valor mínimo de MR igual a 34 kg/cm^2 .

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de alambre reciclado genera una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos.

2.4.2. Hipótesis específicas

1. La adición de alambre reciclado incide significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.
2. Al adicionar alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la flexión.
3. Adicionando alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la tracción.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual

VI : Alambre Reciclado

De acuerdo a Silva (2014) se emplean fibras de alambre reciclado, específicamente de calibre #16, que se obtienen a partir de desechos generados en diversas obras de construcción. Estas fibras se reciclan con el propósito de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizado en las losas de pavimento rígido. El proceso implica cortar el alambre reciclado en segmentos de 5 cm de longitud utilizando herramientas como alicates, cizallas y amoladoras. Posteriormente, estos segmentos se incorporan a la mezcla de concreto de las losas de pavimento rígido siguiendo una dosificación basada en el peso.

VD: Propiedades físico - mecánicas del concreto

Tal como señala Chumpitaz (2019) menciona que se llevan a cabo diversos ensayos en el concreto tanto en su estado fresco como endurecido con el propósito de evaluar y calcular sus propiedades físicas y mecánicas. Estas propiedades están influenciadas por varios factores,

incluyendo la granulometría, forma y tamaño de los agregados, así como el tipo de cemento y la relación agua-cemento utilizada en el diseño de la mezcla.

2.5.2. Definición operacional

VD: Alambre Reciclado

Se adicionó alambre recocido reciclado N° 16, cortados en tamaños de 2.5 cm en promedio, incorporados como fibra en el concreto en porcentajes de 0.25% y 2% de acuerdo a del peso total de la mezcla, a fin de ser comparado con el concreto tradicional para una pavimentación rígida.

VI: Propiedades físico - mecánicas del concreto

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción en el concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibra de acero reciclado a fin de verificar si estas propiedades podrían ser optimizadas y cumplieran los parámetros normativos.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 1. Operacionalización de las variables de investigación

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND
Alambre reciclado	De acuerdo a Silva (2014) se emplean fibras de alambre reciclado, específicamente de calibre #16, que se obtienen a partir de desechos generados en diversas obras de construcción. Estas fibras se reciclan con el propósito de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizado en las losas de pavimento rígido. El proceso implica cortar el alambre reciclado en segmentos de 5 cm de longitud utilizando herramientas como alicates, cizallas y amoladoras. Posteriormente, estos segmentos se incorporan a la mezcla de concreto de las losas de pavimento rígido siguiendo una dosificación basada en el peso.	Se adicionó alambre recocido reciclado N° 16, cortados en tamaños de 2.5 cm en promedio, incorporados como fibra en el concreto en porcentajes de 0.5% y 2% en función del peso total de la mezcla, a fin de ser comparado con el concreto tradicional para una pavimentación rígida.	Composición	Química	%
			Porcentaje de adición	0.00	%
				0.25	%
				2	%
Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Tal como señala Chumpitaz (2019) menciona que se llevan a cabo diversos ensayos en el concreto tanto en su estado fresco como endurecido con el propósito de evaluar y calcular sus propiedades físicas y mecánicas. Estas propiedades están influenciadas por varios factores, incluyendo la granulometría, forma y tamaño de los agregados, así como el tipo de cemento y la relación agua-cemento utilizada en el diseño de la mezcla.	Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción en el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibra de acero reciclado a fin de verificar si estas propiedades podrían ser optimizadas y cumplirían los parámetros normativos.	Resistencia a la compresión	Ensayo de rotura de probetas por compresión	kg/cm^2
			Resistencia a la flexión	Ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto (carga a los tercios)	kg/cm^2
			Resistencia a la tracción	Ensayo de tracción indirecta	kg/cm^2

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Se empleó un enfoque científico al seguir un método sistemático y ordenado para investigar una pregunta relacionada con observaciones naturales. Este procedimiento implicó establecer objetivos concretos y formular suposiciones con el fin de proponer posibles soluciones, que luego fueron sometidas a pruebas y verificaciones para su confirmación.

3.2. Tipo de investigación

La investigación realizada pertenece al ámbito de investigación aplicada, ya que su enfoque estaba dirigido a abordar un problema que afecta a la población en la región de estudio. El objetivo principal de esta investigación era proporcionar una solución que beneficiara a la comunidad afectada, contribuyendo de esta manera a la resolución y al mejoramiento de su situación.

3.3. Nivel de investigación

Se aplicó un enfoque correlacional en la investigación, dado que se recopilaban datos relacionados con las variables de interés y posteriormente se emplearon herramientas estadísticas para analizar la relación entre estas

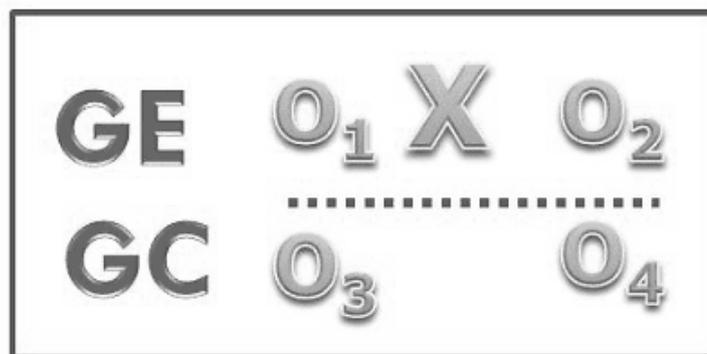
variables. Frecuentemente, se utilizaron medidas de correlación para evaluar la intensidad y dirección de la conexión entre las variables.

3.4. Diseño de investigación

El esquema del diseño de investigación se describe a continuación: Se implementó un diseño experimental en el estudio, ya que se concentró en identificar las variables a ser observadas, establecer sus interrelaciones y definir los métodos de medición, además de desarrollar una estrategia para analizar los datos que se obtuvieran. En este contexto, se eligió emplear un enfoque de investigación cuasi experimental, que se distingue por la selección previa o preexistente de los grupos de sujetos de estudio en lugar de una selección aleatoria.

El esquema del diseño de investigación se detalla a continuación:

ESQUEMA



Donde:

X = Variable experimental

O₁ O₃ = Mediciones pre-test de la variable dependiente

O₂ O₄ = Mediciones post-test de la variable dependiente

Figura 5: Esquema cuasi experimental
Tomado de <https://slideplayer.es/slide/1018316/>

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Se tuvieron tres dosificaciones del concreto para la población, que contemplaban distintos niveles de adición de alambre reciclado con el propósito de compararlos con la muestra de control que no contenía esta adicción. Estos niveles de adición fueron: 0%, 0.25% y 2%.

3.5.2. Muestra

La muestra se seleccionó de manera dirigida o intencional, es así que se han considerado las tres (03 dosificaciones) estipuladas para la población, lo que resulta en un muestreo censal.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

En esta investigación se aplicaron diversas estrategias de recopilación de datos y poder realizar los análisis correspondientes.

Dentro de las técnicas utilizadas tuvimos:

Observación Directa: Se utilizó la observación directa para evaluar, comparar y cuantificar los efectos derivados de la adición de sacarosa en las propiedades del concreto en estudio.

Análisis Documental: Se indagó documentalmente en la literatura para explorar el estado actual del conocimiento sobre mezclas asfálticas en caliente, particularmente en entornos de clima frío. Se buscó identificar soluciones previamente implementadas a nivel global y se trabajó en la creación de una solución innovadora y única. Además, se profundizó en la comprensión de los

aspectos teóricos relevantes, lo que permitió llevar a cabo la investigación con un conocimiento exhaustivo del tema.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos se basaron en formatos de pruebas de laboratorio preestablecidos que cumplen con las normativas internacionales aplicables en este campo. Estos recursos incluyeron:

- Resistencia mecánica a la compresión
- Resistencia mecánica a la flexión
- Resistencia mecánica a la tracción

Validez y Confiabilidad

Es importante destacar que la fiabilidad de los instrumentos utilizados en la recolección de datos se garantiza gracias a la realización de los ensayos en el Laboratorio Klafer SAC. Este cuenta con la acreditación otorgada por INACAL en Perú, lo que asegura que los ensayos se llevaron a cabo siguiendo rigurosamente los protocolos establecidos en las normativas previamente mencionadas. Además, esta acreditación certifica que los equipos empleados en la ejecución de los ensayos estuvieron debidamente calibrados al momento de su utilización. El proceso también cuenta con la supervisión y autorización del profesional a cargo, el Ing. Civil Marino Peña Dueñas (REG. CIP 76936).

Por lo tanto, los instrumentos empleados para la recopilación de datos son altamente confiables, ya que han medido con precisión y rigor, proporcionando la información necesaria para cada una de las hipótesis específicas. La consistencia se demuestra al seguir un procedimiento claramente definido en las normativas, que se aplica de manera coherente para obtener estos

resultados y que puede ser replicado en futuras ocasiones al llevar a cabo el mismo proceso.

3.7. Procesamiento de la información

En la presente investigación se han realizado el proceso que se visualiza a continuación:

1. Para la investigación, el concreto fue elaborado en el laboratorio Klafer SAC, utilizándose materiales locales para el cemento, agregados y agua de amasado, este proceso fue realizado, luego de realizarse el diseño de mezclas correspondiente.
2. El alambre reciclado fue alambre recocido N° 16 reciclado de obras actuales en la ciudad de Huancayo, teniéndose cuidado que el alambre no contenga rastros de concreto ni óxido.

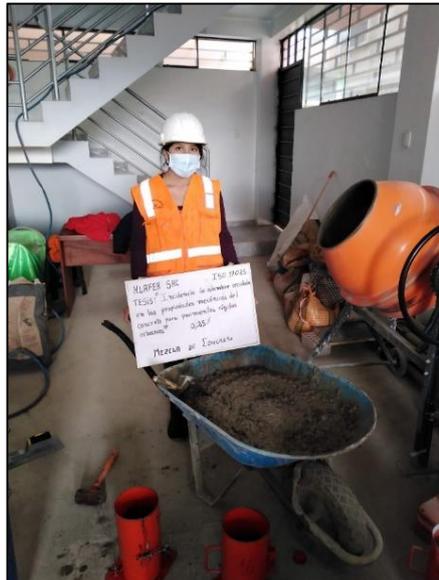


Figura 6: Mezcla de concreto.

3. Una vez preparado el concreto se colocaron dentro de moldes, los cuales fueron cilíndricos y prismáticos, de acuerdo al tipo de ensayos a realizar,

estos ensayos se realizaron en cumplimiento de los objetivos específicos planteados para la investigación.

4. A continuación, se muestran las muestras dentro de probetas cilíndricas para la elaboración de los ensayos de compresión y de tracción indirecta:



Figura 7: Muestras cilíndricas.

5. Seguidamente podemos apreciar las muestras con forma prismática, las cuales sirvieron para realizar el ensayo de resistencia a la flexión en vigas del concreto.



Figura 8: Muestras prismáticas.

6. Luego de encontrarse el concreto de las muestras en estado sólido se pasó a realizar el curado correspondiente, mediante pozas de curado por un tiempo de una semana, habiéndose utilizado agua potable.



Figura 9: Curado de las muestras.

7. Los ensayos al concreto se realizaron a edades de 7 días, 14 días y 28 días para los ensayos de compresión, flexión y tracción, para las diferentes adiciones consideradas. Para cada edad y para cada tipo de ensayo se han considerado tres muestras.
8. Seguidamente se muestra el ensayo de compresión realizado a las muestras cilíndricas de concreto con la adición de alambre reciclado. Es una característica mecánica que se consiste en medir el grado de soporte a compresión por unidad de área, su ejecución se respalda en las normas NTP 339.034, ASTM C 39-39M y AASHTO T 22, para poder efectuarla es necesario elaborar testigos cilíndricos de concreto que han sido fabricados en base a la norma NTP 339.183 y ASTM C192.

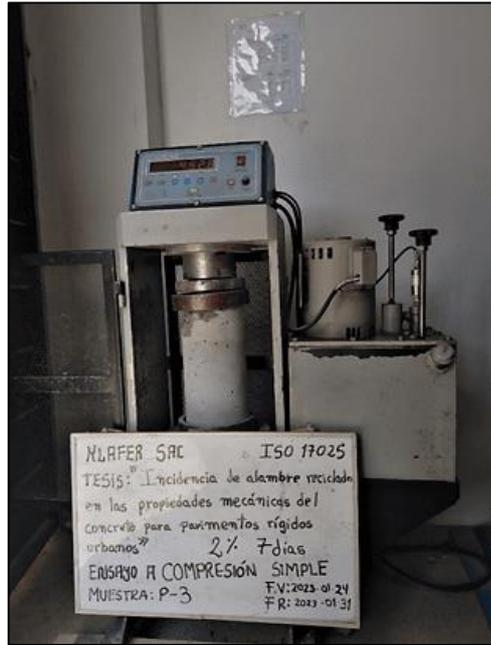


Figura 10: Resistencia a la compresión.

9. Asimismo, se ha realizado el ensayo de flexión en vigas prismáticas del concreto, tal como se puede apreciar seguidamente:



Figura 11: Resistencia a la flexión.

10. Dentro de las propiedades mecánica investigación, también se ha realizado la prueba de tracción indirecta o conocida, asimismo, como el método brasileño, podemos ver estos ensayos a continuación:



Figura 12: Resistencia a la tracción indirecta.

11. Después de llevar a cabo el trabajo de laboratorio, se procedió a realizar el procesamiento de los resultados en el entorno de trabajo. Se llevaron a cabo comparaciones entre los resultados de referencia y los resultados obtenidos con la adición de los aditivos. Este proceso se efectuó mediante el uso de técnicas de estadística descriptiva.

12. Una vez que se completó la comparación de los resultados, se inició el proceso de estadística inferencial para poner a prueba las hipótesis. Antes de aplicar las pruebas, se evaluó la normalidad de los datos y se utilizó el estadístico ANOVA, así como la prueba de Tukey. Los resultados se interpretaron y analizaron de acuerdo a de la hipótesis nula.

13. Luego, se procedió a realizar la discusión de los resultados, se formularon conclusiones basadas en los hallazgos y se proporcionaron recomendaciones de acuerdo a de los resultados obtenidos en la investigación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La estadística inferencial se aplicó en el análisis de datos, siguiendo la definición proporcionada por Alfaro (2012), que la describe como una herramienta que permite generalizar los resultados obtenidos a partir de una muestra al conjunto completo mediante la inferencia de parámetros. Este enfoque resultó apropiado para confirmar las hipótesis planteadas.

En el contexto de esta investigación, se utilizó el análisis de datos mediante estadística inferencial con la asistencia del software SPSS. El proceso se inició con la evaluación de la normalidad de los datos utilizados y posteriormente se empleó un análisis de varianza, conocido como Anova, para determinar la significancia de la variable independiente en relación con la variable dependiente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Descripción del diseño tecnológico

El concreto fue elaborado en el laboratorio Klafer S.A.C. bajo la supervisión del Ing. Marino Peña Dueñas, con el cual se realizó el diseño de mezclas correspondiente para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

El cemento utilizado fue Portland Tipo I de la marca Andino, se utilizó agua potable de la zona.

En cuanto al agregado fino se obtuvo de la Cantera Orcotuna y presentó la siguiente granulometría:

Con la caracterización realizada a los agregados y demás componentes del concreto, se procedió a realizar el diseño de la mezcla de concreto por el método del módulo de fineza, obteniéndose las siguientes proporciones:

DISEÑO DE MEZCLA f'c 210 Kg/cm²			
15.- PROPORCION EN PESO (kg)			
CEMENTO	AF	AG	AGUA
380.15	888.97	947.10	190.57
16.- PROPORCION EN VOLUMEN (Pie 3)			
CEMENTO	AF	AG	AGUA
380.15	18.19	22.81	190.57
RESUMEN DEL DISEÑO EN OBRA			
MATERIALES	Proporción en peso (kg)	Volumen en peso seco (Pie 3)	
CEMENTO	1	1	
AGREGADO FINO	2.34	2.04	
AGREGADO GRUES	2.49	2.55	
AGUA	0.50	21.32	
BOLSAS DE CEMENTO	8.94	bol/m³	

Figura 15: Resumen del diseño de mezcla.

Ya contándose con este diseño de mezcla, se preparó el concreto utilizándose una mezcladora y se le adicionó el alambre reciclado en adiciones de 0.25% y 2% de acuerdo a del peso total de la mezcla, así como se preparó concreto sin ninguna adición, a fin de comparar los resultados.



Figura 16: Preparación de la mezcla.

A continuación, se aprecian los resultados de los ensayos realizados al concreto en cumplimiento de los objetivos específicos establecidos:

4.2. Objetivo específico 01:

Se han iniciado los ensayos mediante la realización de ensayos de resistencia a la compresión para el grupo experimental patrón, es decir, sin ninguna adición.

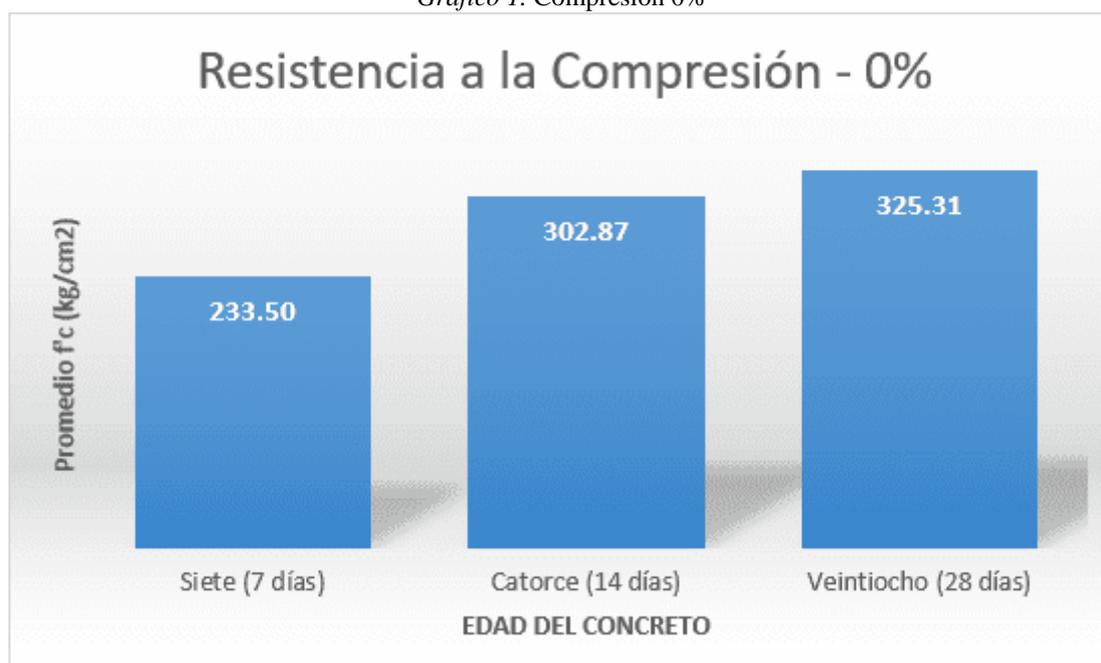
Los resultados obtenidos para las edades de 7, 14 y 28 días que alcanzó esta dosificación se aprecian seguidamente:

Tabla 2. *Compresión al 0%*

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño f_c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresion f_c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresion f_c (kg/cm ²)
1	0%	I	210	7	233.50	233.50
2			210	7	257.00	
3			210	7	210.00	
7			210	14	314.10	302.87
8			210	14	264.10	
9			210	14	330.40	
10			210	28	318.22	325.31
11			210	28	356.90	
12			210	28	300.80	

Estos resultados indican que a los 7 días se obtuvo 233.50 kg/cm², a los 14 días 302.87 kg/cm² y a los 28 días un valor de 325.31 kg/cm².

Gráfico 1. *Compresión 0%*



Se aprecia que a los 7 días se obtuvo un valor del 71.78% del f_c a los 28 días, mientras que a los 14 días del 93.10%.

Luego los ensayos continuaron con la realización de ensayos de resistencia a la compresión para el grupo experimental al 0.25%.

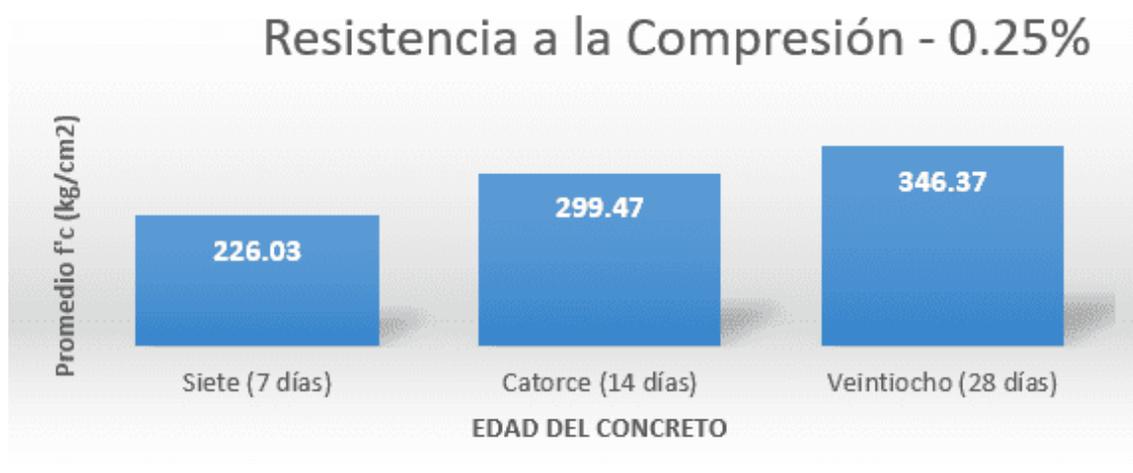
Los resultados obtenidos para las edades de 7, 14 y 28 días que alcanzó esta dosificación se aprecian seguidamente:

Tabla 3. *Compresión al 0.25%*

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño f_c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresion f_c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresion f_c (kg/cm ²)
1	0.25%	I	210	7	261.00	226.03
2			210	7	191.70	
3			210	7	225.40	
7			210	14	320.20	299.47
8			210	14	241.70	
9			210	14	336.50	
10			210	28	322.20	346.37
11			210	28	375.30	
12			210	28	341.60	

Estos resultados indican que a los 7 días se obtuvo 226.03 kg/cm², a los 14 días 299.47 kg/cm² y a los 28 días un valor de 346.37 kg/cm².

Gráfico 2. *Compresión 0.25%*



Se aprecia que a los 7 días se obtuvo un valor del 65.26% del f'_c a los 28 días, mientras que a los 14 días del 86.46%.

Asimismo, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión para el grupo experimental al 2%.

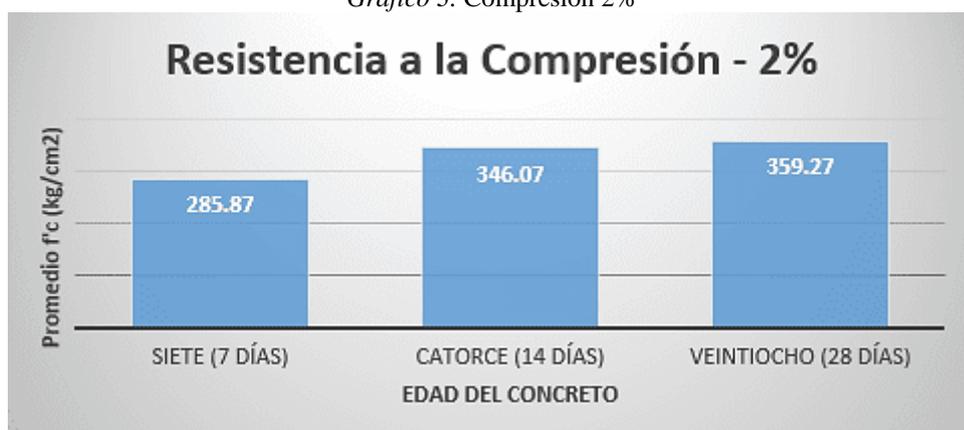
Los resultados obtenidos para las edades de 7, 14 y 28 días que alcanzó esta dosificación se aprecian seguidamente:

Tabla 4. *Compresión al 2%*

Testigo N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia de diseño f_c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresion f_c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresion f_c (kg/cm ²)
1	2.0%	I	210	7	297.80	285.87
2			210	7	304.90	
3			210	7	254.90	
7			210	14	310.00	346.07
8			210	14	374.20	
9			210	14	354.00	
10			210	28	358.90	359.27
11			210	28	356.90	
12			210	28	362.00	

Estos resultados indican que a los 7 días se obtuvo 285.87 kg/cm², a los 14 días 346.07 kg/cm² y a los 28 días un valor de 359.27 kg/cm².

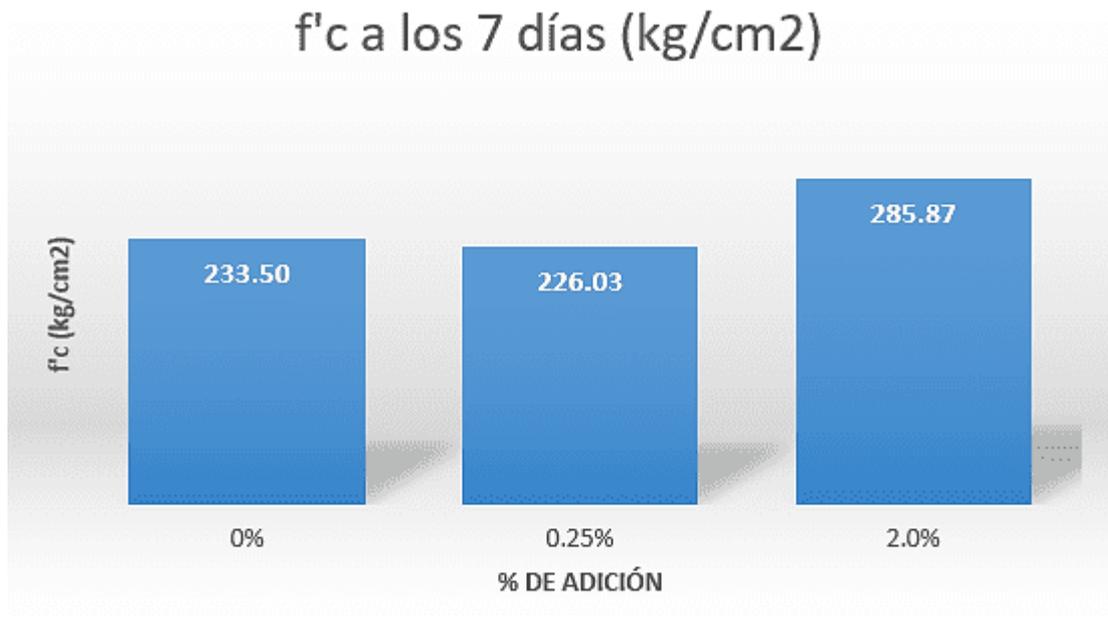
Gráfico 3. *Compresión 2%*



Se aprecia que a los 7 días se obtuvo un valor del 79.57% del f'_c a los 28 días, mientras que a los 14 días del 96.33%.

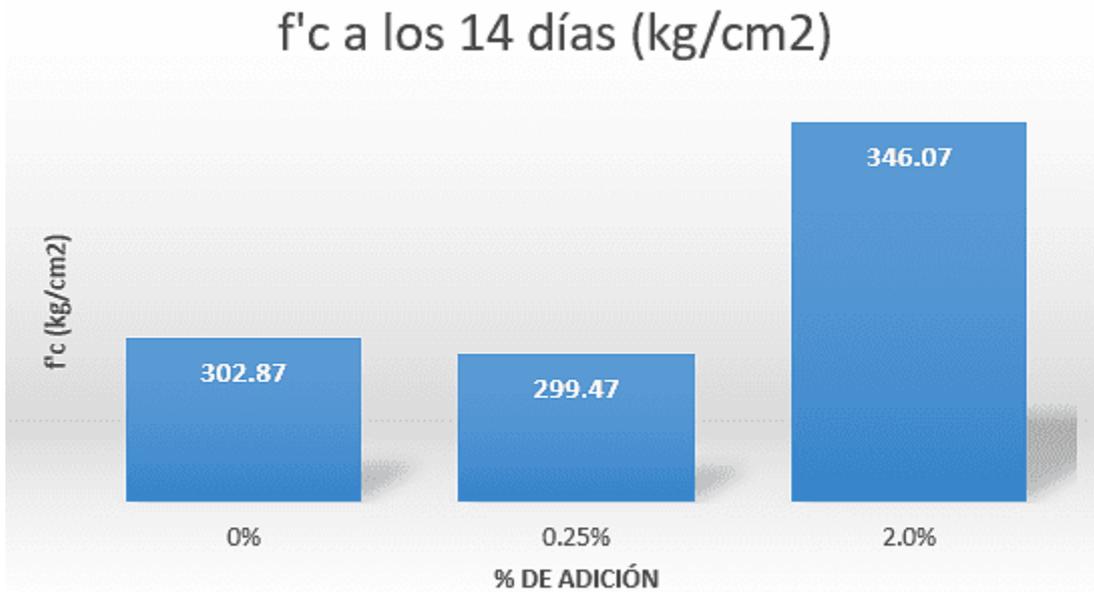
Los resultados obtenidos por las adiciones, fueron comparado para cada edad del concreto entre el grupo experimental y los grupos experimentales, que podemos apreciar seguidamente:

Gráfico 4. Resultados a siete días



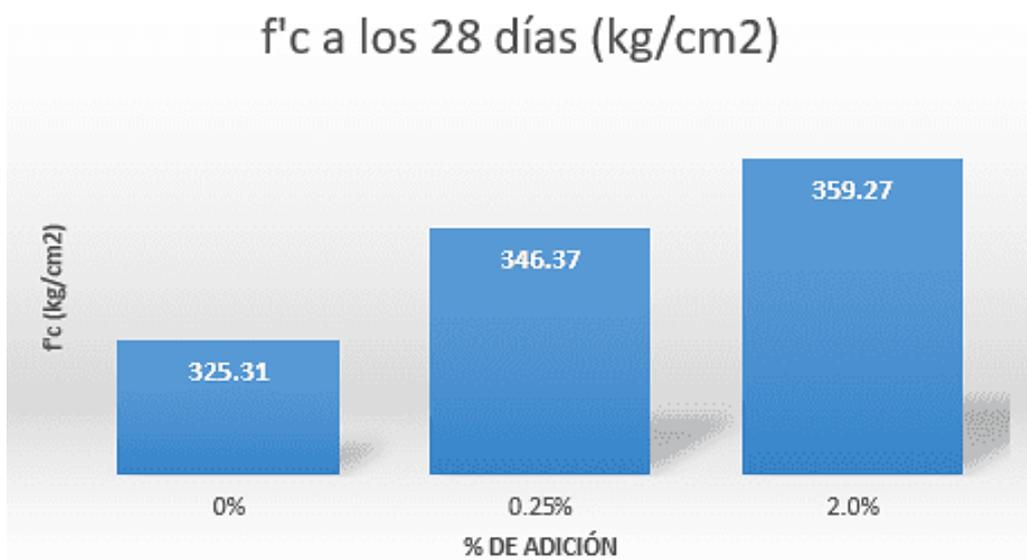
Se aprecia que a los 7 días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado correspondiente al 96.80% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 22.43% al valor obtenido por el patrón.

Gráfico 5. Resultados a catorce días



Se aprecia que a los 14 días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado correspondiente al 98.88% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 14.26% al valor obtenido por el patrón.

Gráfico 6. Resultados a veintiocho días



Se aprecia que a los 28 días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado mayor en 6.47% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 10.46% al valor obtenido por el patrón.

Por lo tanto, respecto a la incidencia del alambre reciclado dentro de la resistencia a la compresión del concreto, se ha hallado que a mayor adición del alambre reciclado negro N° 16, mayor será el valor del f'_c a los 28 días de edad.

4.3. Objetivo específico 02:

Se han realizado ensayos de resistencia a la flexión a través del cálculo del módulo de rotura de muestras prismáticas para el grupo experimental patrón, así como para las adiciones consideradas.

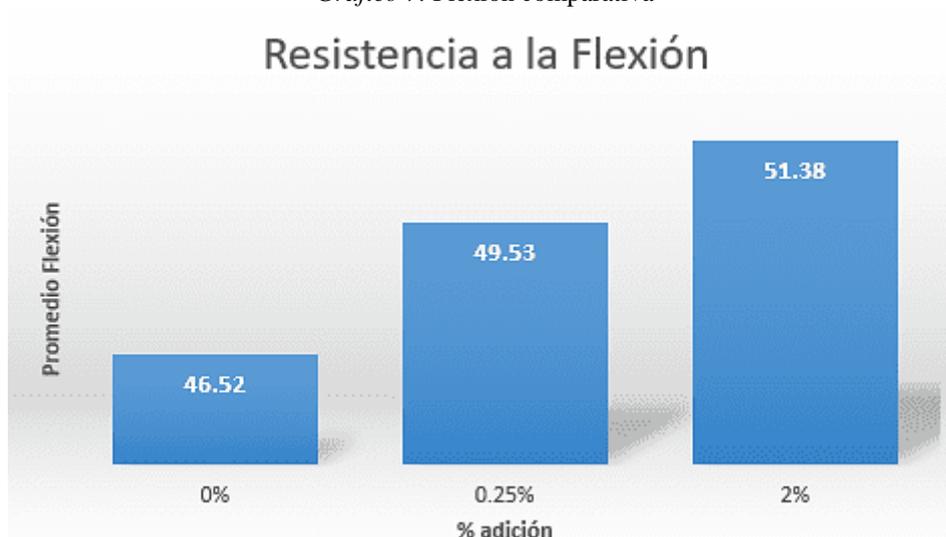
Los resultados obtenidos se han realizado a los 28 días de edad, estos se pueden ver a continuación:

Tabla 5. Módulo de rotura

Testigo N°	Porcentaje de adición	Edad (días)	Resistencia a la flexión Mr (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la flexión Mr (kg/cm ²)
1	0%	28	45.51	46.52
2	0%	28	51.04	
3	0%	28	43.01	
7	0.25%	28	46.07	49.53
8	0.25%	28	53.67	
9	0.25%	28	48.85	
10	2%	28	51.32	51.38
11	2%	28	51.04	
12	2%	28	51.77	

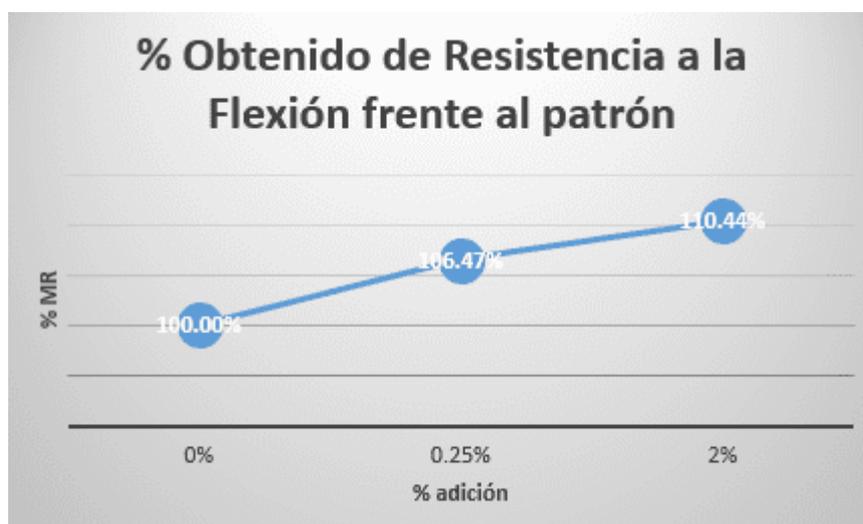
Estos resultados muestran que el valor del grupo patrón fue de 46.52 kg/cm², del grupo experimental al 0.25% fue de 49.53 kg/cm² y del grupo experimental al 2% fue de 51.38 kg/cm².

Gráfico 7. Flexión comparativa



Se aprecia que el grupo experimental al 0.25% ha obtenido un valor mayor al módulo de rotura patrón a los 28 días en 6.47%, mientras que el grupo experimental al 2%, ha superado en 10.44%, tal como se puede ver seguidamente:

Gráfico 8. Flexión comparativa



4.4. Objetivo específico 03:

Se han realizado ensayos de resistencia a la tracción indirecta a través del cálculo de esta resistencia en muestras cilíndricas para el grupo experimental patrón, así como para las adiciones consideradas.

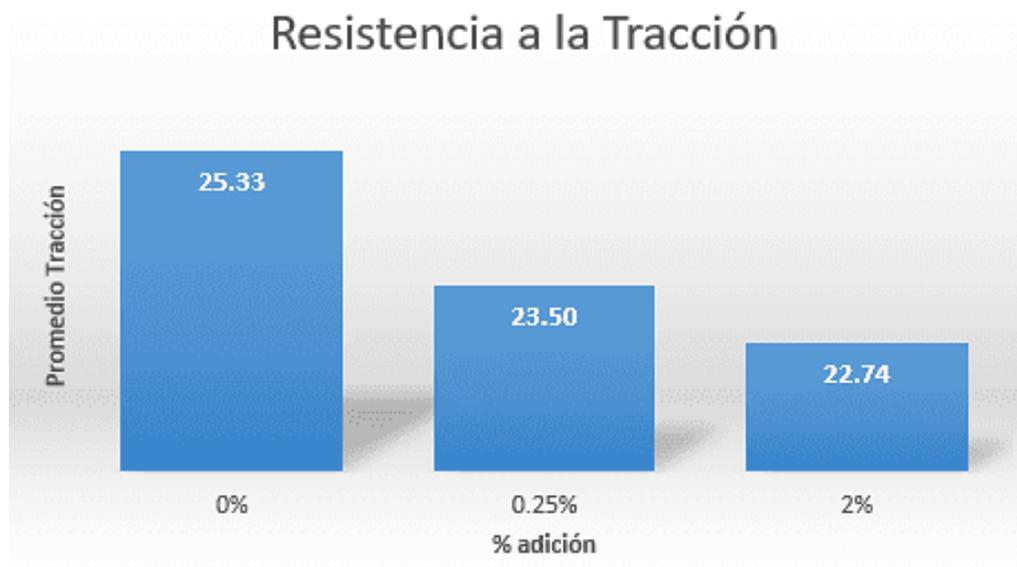
Los resultados obtenidos se han realizado a los 28 días de edad, estos se pueden ver a continuación:

Tabla 6. *Tracción.*

Testigo N°	Porcentaje de adición	Edad (días)	Resistencia a la tracción T (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la tracción T (kg/cm ²)
1	0%	28	20.48	25.33
2	0%	28	27.01	
3	0%	28	28.49	
7	0.25%	28	21.55	23.50
8	0.25%	28	21.03	
9	0.25%	28	27.93	
10	2%	28	22.36	22.74
11	2%	28	23.23	
12	2%	28	22.63	

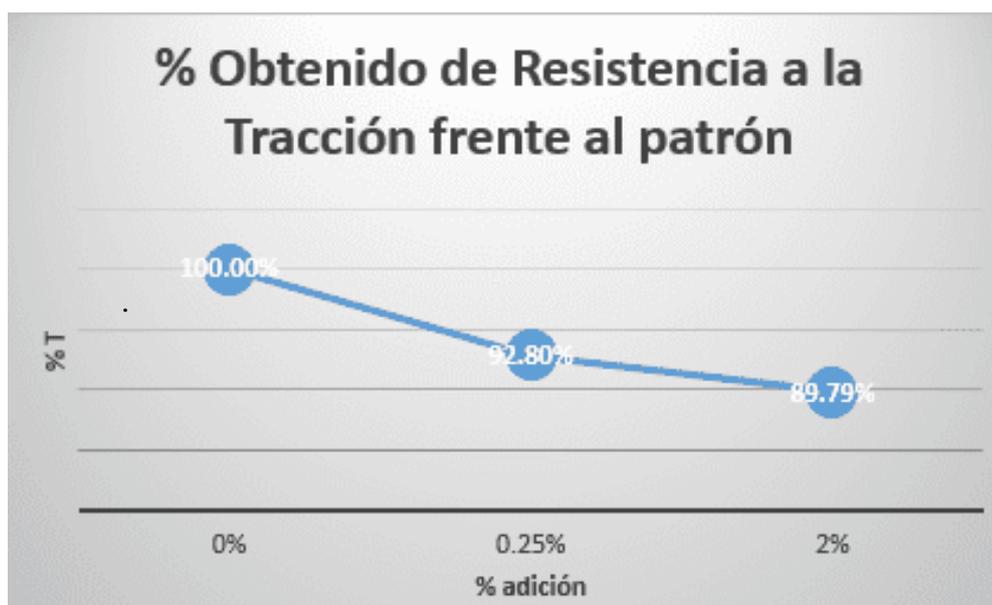
Estos resultados muestran que el valor del grupo patrón fue de 25.33 kg/cm², del grupo experimental al 0.25% fue de 23.50 kg/cm² y del grupo experimental al 2% fue de 22.74 kg/cm².

Gráfico 9. Tracción comparativa



Se aprecia que el grupo experimental al 0.25% ha obtenido un valor menor al resultado patrón a los 28 días en 7.20%, mientras que el grupo experimental al 2%, igualmente no ha superado al valor patrón, siendo menor en 10.21%, tal como se puede ver seguidamente:

Gráfico 10. Tracción comparativa



4.5. Contrastación de hipótesis

En base a los resultados obtenidos, se procedió a utilizar la estadística inferencial para contrastar las hipótesis específicas. En primer lugar, se evaluó la normalidad de los datos utilizados. Luego, se plantearon las hipótesis nulas y alternativas correspondientes. Se aplicó un análisis de varianza (Anova) con el objetivo de confirmar o refutar las hipótesis nulas. Este análisis se llevó a cabo utilizando el software SPSS, y los resultados se presentan a continuación:

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01:

Hipótesis nula H0: La adición de alambre reciclado no incide significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

Hipótesis alternativa H1: La adición de alambre reciclado incide significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

La normalidad fue comprobada a través de la prueba de Shapiro-Wilk:

		Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk		
	Alambre reciclado	Estadístico	gl	Sig.
f _c	PATRON	,954	3	,589
	ADICION 0.25%	,976	3	,705
	ADICION 2%	,985	3	,763

a. Corrección de significación de Lilliefors

El p-valor resultante (Sig.) para todas las adiciones fue mayor al error 0.05 (α), es por estos motivos que los datos son normales.

Se ha realizado el análisis de Levene, una prueba estadística empleada para evaluar la igualdad de varianzas entre dos o más grupos o muestras. En resumen, su

propósito fundamental es determinar si las diferencias en las varianzas observadas entre los grupos tienen significado estadístico, obteniéndose lo siguiente:

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
fc	Se basa en la media	3,136	2	6	,117
	Se basa en la mediana	1,234	2	6	,356
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,234	2	3,958	,383
	Se basa en la media recortada	2,974	2	6	,127

Según el p-valor obtenido mediante la prueba de Levene, que es igual a 0.117, este valor es mayor que $0.05(\alpha)$. Por lo tanto, se cumple la suposición de homogeneidad de varianzas entre los grupos, lo que permite proceder con el análisis de varianza (ANOVA) utilizando los resultados obtenidos, el cual se muestra seguidamente:

ANOVA

fc					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5038,904	2	2519,452	7,795	,021
Dentro de grupos	1939,363	6	323,227		
Total	6978,267	8			

Se observa que el valor p (Sig.) es igual a 0.021, lo cual es menor que el valor de referencia de 0.05 (α). En consecuencia, no se acepta la hipótesis nula y se respalda la hipótesis alternativa: La adición de alambre reciclado incide significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

También se ha empleado la prueba de Tukey, la cual es un procedimiento estadístico que se utiliza para la comparación de las medias de varios grupos con el fin de establecer si existen disparidades significativas entre ellos.

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: f_c
HSD Tukey

(I) Alambre reciclado	(J) Alambre reciclado	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON	ADICION 0.25%	-21,06000	14,67940	,383	-66,1004	23,9804
	ADICION 2%	-57,29333*	14,67940	,019	-102,3338	-12,2529
ADICION 0.25%	PATRON	21,06000	14,67940	,383	-23,9804	66,1004
	ADICION 2%	-36,23333	14,67940	,106	-81,2738	8,8071
ADICION 2%	PATRON	57,29333*	14,67940	,019	12,2529	102,3338
	ADICION 0.25%	36,23333	14,67940	,106	-8,8071	81,2738

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Los resultados de la significancia indican que existe una diferencia significativa entre la muestra patrón y la adición al 2%, comprobándose que la adición de alambre reciclado ha incidido significativamente en la resistencia a la compresión.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02:

Hipótesis nula H0: Al adicionar alambre reciclado no se incide significativamente en la resistencia a la flexión.

Hipótesis alternativa H1: Al adicionar alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la flexión.

La normalidad fue comprobada a través de la prueba de Shapiro-Wilk:

Pruebas de normalidad

Alambre reciclado	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PATRON	,955	3	,590
ADICION 0.25%	,977	3	,706
ADICION 2%	,982	3	,745

a. Corrección de significación de Lilliefors

El p-valor resultante (Sig.) para todas las adiciones fue mayor al error 0.05 (α), es por estos motivos es que los datos son normales.

Se ha realizado el análisis de Levene, una prueba estadística empleada para evaluar la igualdad de varianzas entre dos o más grupos o muestras. En resumen, su propósito fundamental es determinar si las diferencias en las varianzas observadas entre los grupos tienen significado estadístico, obteniéndose lo siguiente:

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
MR	Se basa en la media	3,125	2	6	,117
	Se basa en la mediana	1,236	2	6	,355
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,236	2	3,959	,383
	Se basa en la media recortada	2,965	2	6	,127

Según el p-valor obtenido mediante la prueba de Levene, que es igual a 0.117, este valor es mayor que 0.05(α). Por lo tanto, se cumple la suposición de homogeneidad de varianzas entre los grupos, lo que permite proceder con el análisis de varianza (ANOVA) utilizando los resultados obtenidos, el cual se muestra seguidamente:

ANOVA

MR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	370,124	2	185,062	17,454	,003
Dentro de grupos	63,615	6	10,603		
Total	433,740	8			

Se observa que el valor p (Sig.) es igual a 0.003, lo cual es menor que el valor de referencia de 0.05 (α). En consecuencia, se acepta la hipótesis alterna y se respalda la

hipótesis de que al adicionar alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la flexión.

También se ha empleado la prueba de Tukey, la cual es un procedimiento estadístico que se utiliza para la comparación de las medias de varios grupos con el fin de establecer si existen disparidades significativas entre ellos.

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: MR
HSD Tukey

(I) Alambre reciclado	(J) Alambre reciclado	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON	ADICION 0.25%	-3,01000	2,65864	,531	-11,1674	5,1474
	ADICION 2%	-14,85667*	2,65864	,003	-23,0141	-6,6992
ADICION 0.25%	PATRON	3,01000	2,65864	,531	-5,1474	11,1674
	ADICION 2%	-11,84667*	2,65864	,010	-20,0041	-3,6892
ADICION 2%	PATRON	14,85667*	2,65864	,003	6,6992	23,0141
	ADICION 0.25%	11,84667*	2,65864	,010	3,6892	20,0041

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Los resultados de la significancia indican que existe una diferencia significativa entre la muestra patrón y la adición al 2%, comprobándose que la adición de alambre reciclado ha incidido significativamente en la resistencia a la flexión.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 03:

Hipótesis nula H0: Adicionando alambre reciclado no se incide significativamente en la resistencia a la tracción.

Hipótesis alternativa H1: Adicionando alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la tracción.

La normalidad fue comprobada a través de la prueba de Shapiro-Wilk:

Pruebas de normalidad

Alambre reciclado		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
T	PATRON	,883	3	,333
	ADICION 0.25%	,806	3	,129
	ADICION 2%	,954	3	,588

a. Corrección de significación de Lilliefors

El p-valor resultante (Sig.) para todas las adiciones fue mayor al error 0.05 (α), es por estos motivos es que los datos son normales.

Se ha realizado el análisis de Levene, una prueba estadística empleada para evaluar la igualdad de varianzas entre dos o más grupos o muestras. En resumen, su propósito fundamental es determinar si las diferencias en las varianzas observadas entre los grupos tienen significado estadístico, obteniéndose lo siguiente:

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
T	Se basa en la media	5,444	2	6	,148
	Se basa en la mediana	,606	2	6	,576
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,606	2	4,025	,589
	Se basa en la media recortada	4,614	2	6	,061

Según el p-valor obtenido mediante la prueba de Levene, que es igual a 0.148, este valor es mayor que 0.05(α). Por lo tanto, se cumple la suposición de homogeneidad de varianzas entre los grupos, lo que permite proceder con el análisis de varianza (ANOVA) utilizando los resultados obtenidos, el cual se muestra seguidamente:

ANOVA

T

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10,598	2	5,299	,480	,641
Dentro de grupos	66,255	6	11,043		
Total	76,853	8			

Se observa que el valor p (Sig.) es igual a 0.641, lo cual es mayor que el valor de referencia de 0.05 (α). En consecuencia, se acepta la hipótesis nula de que adicionando alambre reciclado no se incide significativamente en la resistencia a la tracción. Lo cual se puede apreciar en los resultados de los ensayos, donde se aprecia que los valores obtenidos por las adiciones son menores al patrón, pero esa diferencia no es significativa.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Hipótesis general: La adición de alambre reciclado genera una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos.

En esta investigación se ha buscado conocer la incidencia que produce la adición del alambre reciclado de construcción N° 16 como aditivo mecánico tipo fibra en el concreto con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para lo cual de manera experimental en laboratorio se han realizado ensayos para adiciones en porcentajes de 0.5% y 2% de acuerdo a del peso total de la mezcla, a fin de ser comparado con el concreto tradicional para una pavimentación rígida.

Como resultados de esta incidencia en las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión se tuvo que a los 7 días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado correspondiente al 96.80% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 22.43% al valor obtenido por el patrón, a los 14 días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado correspondiente al 98.88% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 14.26% al valor obtenido por el patrón, y a los 28

días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado mayor en 6.47% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 10.46% al valor obtenido por el patrón y estadísticamente se ha encontrado que los datos eran normales por lo cual se ha utilizado la prueba paramétrica de ANOVA, en la cual se obtuvo el valor p (Sig.) es igual a 0.021, lo cual es menor que el valor de referencia de 0.05 (α).

En lo que corresponde a la resistencia a la flexión se ha encontrado que el grupo experimental al 0.25% ha obtenido un valor mayor al módulo de rotura patrón a los 28 días en 6.47%, mientras que el grupo experimental al 2%, ha superado en 10.44%. Estadísticamente se ha encontrado que los datos eran normales por lo cual se ha utilizado la prueba paramétrica de ANOVA, en la cual se obtuvo el valor p (Sig.) es igual a 0.003, lo cual es menor que el valor de referencia de 0.05 (α). En consecuencia, no se acepta la hipótesis nula y se respalda la hipótesis alternativa: Al adicionar alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la flexión.

Y por último, para la resistencia a la tracción el grupo experimental al 0.25% ha obtenido un valor menor al resultado patrón a los 28 días en 7.20%, mientras que el grupo experimental al 2%, igualmente no ha superado al valor patrón, siendo menor en 10.21%, en lo que corresponde a la estadística inferencial, los datos eran normales por lo cual se ha utilizado la prueba paramétrica de ANOVA, en la cual se obtuvo el valor p (Sig.) es igual a 0.641, lo cual es mayor que el valor de referencia de 0.05 (α). En consecuencia, se acepta la hipótesis nula de que Adicionando alambre reciclado no se incide significativamente en la resistencia a la tracción. Lo cual se puede apreciar en los resultados de los ensayos, donde se aprecia que los valores obtenidos por las adiciones son menores al patrón, pero esa diferencia no es significativa.

En resumen, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se ha podido determinar que si existe una incidencia significativa al adicionar alambre reciclado en 0.255 y 2% de acuerdo a del peso total, en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos, teniéndose un incremento en los valores de la resistencia a la compresión y flexión y una disminución en la resistencia a la tracción.

Hipótesis específica 01: La adición de alambre reciclado incide significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

Luego de realizados los ensayos correspondientes, se aprecia que a los 7 días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado correspondiente al 96.80% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 22.43% al valor obtenido por el patrón, a los 14 días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado correspondiente al 98.88% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 14.26% al valor obtenido por el patrón, y a los 28 días, el grupo experimental de 0.25% ha alcanzado un resultado mayor en 6.47% del valor del grupo patrón, por otro lado, el grupo experimental de 2% ha superado en 10.46% al valor obtenido por el patrón.

Por lo tanto, respecto a la incidencia del alambre reciclado dentro de la resistencia a la compresión del concreto, se ha hallado que a mayor adición del alambre reciclado negro N° 16, mayor será el valor del f'_c a los 28 días de edad.

Respecto a la resistencia a la compresión alcanzados en esta investigación, tal como señala Bellido (2021), los resultados de las pruebas de compresión a los 28 días de curado mostraron un incremento en la resistencia a la compresión a medida que se aumentaba la cantidad de fibras de alambre reciclado en la mezcla, llegando a un aumento del 59.67% en comparación con la resistencia de diseño del concreto $f'_c=300$

kg/cm², se está de acuerdo en el hecho de que aumenta la resistencia a la compresión a medida que se incrementan los alambres reciclados, sin embargo, de acuerdo a los porcentajes utilizados, solo al adición al 2% logró aumentar el f'_c en 10.44%.

Para Moran y Huerta (2020), al adicionar fibra de acero se obtuvo una mejora del 12% en compresión, para nuestro caso, se está de acuerdo, siendo este porcentaje alcanzado, muy próximo a lo hallado en nuestro caso.

En lo que corresponde a la contrastación para esta hipótesis, se han encontrado que los datos eran normales por lo cual se ha utilizado la prueba paramétrica de ANOVA, en la cual se obtuvo el valor p (Sig.) es igual a 0.021, lo cual es menor que el valor de referencia de 0.05 (α). En consecuencia, no se acepta la hipótesis nula y se respalda la hipótesis alternativa: La adición de alambre reciclado incide significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

Hipótesis específica 02: Al adicionar alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la flexión.

Realizados los ensayos correspondientes a flexión, se aprecia que el grupo experimental al 0.25% ha obtenido un valor mayor al módulo de rotura patrón a los 28 días en 6.47%, mientras que el grupo experimental al 2%, ha superado en 10.44%.

Respecto a la resistencia a la flexión alcanzados en esta investigación, tal como señala Bellido (2021), los resultados las pruebas de flexión a los 28 días de curado arrojaron un aumento en la resistencia a la flexión a medida que se incrementaba la cantidad de fibras de alambre reciclado en la mezcla, llegando a un aumento del 53.16% en comparación con el concreto patrón, al respecto, se está de acuerdo en que a medida que se aumenta la adición se aumenta el valor de la resistencia a la flexión, sin embargo, el porcentaje alcanzado por la adición al 2% fue de 10.44% mayor.

Peña y Vallenas (2022) para el concreto con una resistencia de $f'_c=210$ kg/cm², la adición de acero reciclado de construcción trefilado en los porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% condujo a un aumento en la resistencia a la compresión, que osciló entre el 0.8% y el 1.5%. La mejor mejora se observó al agregar un 2% de acero trefilado, logrando una resistencia de 215.1 kg/cm², por lo que se está de acuerdo en que si existe mejora, sin embargo lo alcanzado por la adición de alambre reciclado al 2% alcanzó un valor mayor en 10.44% al patrón.

Para Moran y Huerta (2020), al adicionar fibra de acero se obtuvo una mejora del 13% en flexión, para nuestro caso, se está de acuerdo, siendo este porcentaje alcanzado, muy próximo a lo hallado en nuestro caso.

En cuanto a Urgiles (2018) la incorporación del 1% de fibra de acero en el concreto resultó en un aumento del módulo de rotura en comparación con el concreto simple. Este aumento fue del 34%. Para nuestro caso en particular, si bien es cierto, se obtuvo una mejora, no fue mayor al 10.44%.

En lo que corresponde a la contrastación para esta hipótesis, se han encontrado que los datos eran normales por lo cual se ha utilizado la prueba paramétrica de ANOVA, en la cual se obtuvo el valor p (Sig.) es igual a 0.003, lo cual es menor que el valor de referencia de 0.05 (α). En consecuencia, no se acepta la hipótesis nula y se respalda la hipótesis alternativa: Al adicionar alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la flexión.

Hipótesis específica 03: Adicionando alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la tracción.

En lo que corresponde a la tracción el grupo experimental al 0.25% ha obtenido un valor menor al resultado patrón a los 28 días en 7.20%, mientras que el grupo

experimental al 2%, igualmente no ha superado al valor patrón, siendo menor en 10.21%.

Respecto a la resistencia a la tensión alcanzados en esta investigación, tal como señala Peña y Vallenas (2022), los resultados de la resistencia a la tracción del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ disminuyó en un rango de 0.4% a 5.9% al agregar acero reciclado de construcción trefilado en los porcentajes mencionados en comparación con el concreto estándar, por lo que se está de acuerdo con estos resultados, ya que para nuestro caso, igualmente la resistencia a la tracción disminuyó para las adiciones al 0.25% y 2% en 7.2% y 10.21% respectivamente.

Luego de llevar a cabo los análisis correspondientes de las dosificaciones con un porcentaje de fibra de acero del 1.15%, Rojas (2018) llega a la conclusión de que este porcentaje es óptimo en cuanto a la resistencia a la tracción, logrando incrementarlo, sin embargo, en nuestra investigación no se ha logrado incrementar el valor de la resistencia a la tracción, más bien todo lo contrario.

En lo que corresponde a la contrastación para esta hipótesis, se han encontrado que los datos eran normales por lo cual se ha utilizado la prueba paramétrica de ANOVA, en la cual se obtuvo el valor p (Sig.) es igual a 0.641, lo cual es mayor que el valor de referencia de 0.05 (α). En consecuencia, se acepta la hipótesis nula de que Adicionando alambre reciclado no se incide significativamente en la resistencia a la tracción. Lo cual se puede apreciar en los resultados de los ensayos, donde se aprecia que los valores obtenidos por las adiciones son menores al patrón, pero esa diferencia no es significativa.

CONCLUSIONES

1. Existe una incidencia significativa al adicionar alambre reciclado recocido N° 16 en 2% de acuerdo a del peso total del concreto en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, teniéndose un incremento en los valores de la resistencia a la compresión y flexión y una disminución en la resistencia a la tracción.
2. La adición de 2% de alambre reciclado recocido N° 16 en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ genera un incremento en los valores de la resistencia a la compresión a los 28 días, así como, a mayor adición, mayor incremento.
3. Respecto a la resistencia a la flexión, a mayor adición, mayor incremento, teniéndose que para una adición de 2% de alambre reciclado recocido N° 16 en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se genera un incremento en los valores de la resistencia a la flexión a los 28 días.
4. Se establece que la adición de 2% de alambre reciclado recocido N° 16 en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, produce una reducción en los valores de la resistencia a la tensión a los 28 días hasta un 10.21%.

RECOMENDACIONES

1. Como resultado de la investigación es recomendable la adición del alambre reciclado recocido N° 16 en 2% de acuerdo a del peso total del concreto a fin de incrementar los valores de la resistencia a la compresión y flexión del concreto para pavimentos rígidos urbanos con $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ya que se son las propiedades que más inciden en este tipo de estructuras, sobre todo, porque se ha superado el valor normativo de la Norma CE.010 que es $MR = 34 \text{ kg/cm}^2$.
2. La recomendación se extiende a otros tipos de estructuras que requieran incrementar el valor de la resistencia a la compresión, como el concreto armado para obras de edificación, en las cuales se deben enfocar las futuras tesis al respecto.
3. Es también recomendable que se sigan buscando otros usos a los materiales reciclados de las demoliciones y restos de construcción, como el acero corrugado, acero liso, alambres de diversos calibres, clavos, perfiles de acero, etc., ya que se ha encontrado que generan beneficios al concreto y reducen la emisión como basura de estos materiales.
4. Los resultados obtenidos deben ser informados a la comunidad ingenieril local, a fin de que se apliquen en las obras de la ciudad y se generen los beneficios indicados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute 544.1R-96. (2019). Report on Fiber Reinforced Concrete. ACI.
- Becosan concrete floors. (2020). Hormigón con fibras de acero. Obtenido de <https://www.becosan.com/becosan-will-attend-the-world-of-concrete-2020-in-las-vegas-usa/>
- CASTIBLANCO M. Modelación numérica de losas de concreto hidráulico para pavimentos rígidos considerando la variación de los esfuerzos debido a los gradientes de temperatura. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2018. 57 pp [fecha de consulta: 24 de enero de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/22414>.
- CHOQUEHUANCA D. Planificación y programación de construcción de pavimento rígido Av. Néstor Galindo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, 2018. 158 pp. [fecha de consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/21960>.
- Hussain I., Ali B., Akhtar T., Sohail Jameel M., Safdar Raza S. (2020). Comparison of mechanical properties of concrete and design thickness of pavement with different types of fiber-reinforcements (steel, glass, and polypropylene). Case Studies in Construction Materials, 13(429) <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00429>
- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. (2016). Hormigón con Fibra. Madrid
- LAO ODICIO, Wendy J. Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa. Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú, 2007.
- Maccaferri do Brasil Ltda. (2007). Fibras como elemento estructural para el esfuerzo
- Morales, D. (2017). Influencia del tamaño máximo nominal de 1/2" y 1" del agregado grueso del río Amojú en el esfuerzo a la compresión del concreto para $F'_{C}=250\text{kg/cm}^2$. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1099>
- Myphor Materiales Especiales. (2006). Datos comparativos fiber plus vs fibras metálicas. Obtenido de <http://docplayer.es/80265205-Datos-comparativos-fiber-plus-vs-fibras->

Ramos Salcedo, H. (2012). Aplicacion de Fibras Estructurales a los Pilotes tipo CPI 8. Universitat Politecnica de Catalunya, Escola Tecnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona.

SILVA TIPANTASIG, LENIN G. Comportamiento del Hormigón Reforzado con Fibras de acero y su influencia en sus propiedades Mecánicas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Universidad técnica de Ambato. Ambato – ecuador. 2014.

Sotil & Zegarra (2015) Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

UNE-EN 14889-1. (2008). Norma Española. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/pren14889-losas-pdf-free.html>

PÁGINAS WEB

ALICARESP. Conceptos Básicos de Pavimento Rígido. 2019 [fecha de consulta: 10 de enero de 2022]. Disponible en: <http://alicaresp.com/2019/01/14/conceptos-basicos-de-pavimentos/>.

AIMPLAS. Ensayo de Flexión. [fecha de consulta: 11 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.aimplas.es/tipos-ensayos/propiedades-mecanicas-de-los-materiales-plasticos/ensayo-de-flexion/>.

AAHE ensayo del concreto endurecido (fecha e consulta 12 de enero del 2022) disponible en :<https://hormigonelaborado.com/ensayos-y-determinaciones-sobre-el-hormigon-endurecido/>.

EXPERTO Fibras en el concreto 2016 (fecha de consulta 09 de febrero del 2022) Disponible en <http://imcyc.com/revistacyt/pdf/enero2016/experto.pdf>.

SIKA Concreto reforzado con fibras 2002 (fecha de consulta 09 de febrero del 2022) Disponible en : <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/6/Concreto%20reforzado%20con%20fibras.pdf>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título del Proyecto:

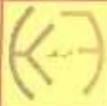
Incidencia de la adición de cabello humano en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN: * GENERAL: Científico.
¿Cuál es la incidencia de la adición de alambre reciclado en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos?	Determinar la incidencia de la adición de alambre reciclado en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos.	La adición de alambre reciclado genera una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos.	INDEPENDIENTE:	Composición de adición de alambre reciclado.	TIPO DE INVESTIGACIÓN: * Aplicada. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: * Explicativo. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: * Cuasi-experimental. POBLACIÓN Y MUESTRA: * POBLACIÓN 4 dosificaciones de concreto con y sin la adición de alambre reciclado en el concreto. (0, 25, 30 y 35kg/m ³) * MUESTRA NO PROBABILÍSTICA La muestra es dirigida o intencional, el número total de ensayos, es el mismo número de la población (censal). Se tienen 72 unidades de muestra.
			Alambre reciclado		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	DEPENDIENTE:	Resistencia a la compresión	TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN: * Observación
¿Cuál es la incidencia de la adición de alambre reciclado en la resistencia a la compresión?	Analizar incidencia de la adición de alambre reciclado en la resistencia a la compresión.	La adición de alambre reciclado incide significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.	Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Resistencia a la flexión	INSTRUMENTOS: * Ficha de observación * Formatos de ensayos de laboratorio.
¿Qué incidencia produce la adición de alambre reciclado en la resistencia a la flexión?	Evaluar la incidencia que produce la adición de alambre reciclado en la resistencia a la flexión.	Al adicionar alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la flexión.		Resistencia a la tracción	
¿Cómo incide la adición de alambre reciclado en la resistencia a la tracción?	Establecer la incidencia de la adición de alambre reciclado en la resistencia a la tracción.	Adicionando alambre reciclado se incide significativamente en la resistencia a la tracción.			

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND
Alambre reciclado	De acuerdo a Silva (2014) se emplean fibras de alambre reciclado, específicamente de calibre #16, que se obtienen a partir de desechos generados en diversas obras de construcción. Estas fibras se reciclan con el propósito de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizado en las losas de pavimento rígido. El proceso implica cortar el alambre reciclado en segmentos de 5 cm de longitud utilizando herramientas como alicates, cizallas y amoladoras. Posteriormente, estos segmentos se incorporan a la mezcla de concreto de las losas de pavimento rígido siguiendo una dosificación basada en el peso.	Se adicionó alambre recocido reciclado N° 16, cortados en tamaños de 2.5 cm en promedio, incorporados como fibra en el concreto en porcentajes de 0.5% y 2% de acuerdo a del peso total de la mezcla, a fin de ser comparado con el concreto tradicional para una pavimentación rígida.	Composición	Química	%
			Porcentaje de adición	0.00	%
				0.25	%
				2	%
Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Tal como señala Chumpitaz (2019) menciona que se llevan a cabo diversos ensayos en el concreto tanto en su estado fresco como endurecido con el propósito de evaluar y calcular sus propiedades físicas y mecánicas. Estas propiedades están influenciadas por varios factores, incluyendo la granulometría, forma y tamaño de los agregados, así como el tipo de cemento y la relación agua-cemento utilizada en el diseño de la mezcla.	Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción en el concreto $f'c=210$ kg/cm ² con la adición de fibra de acero reciclado a fin de verificar si estas propiedades podrían ser optimizadas y cumplieran los parámetros normativos.	Resistencia a la compresión	Ensayo de rotura de probetas por compresión	kg/cm ²
			Resistencia a la flexión	Ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto (carga a los tercios)	kg/cm ²
			Resistencia a la tracción	Ensayo de tracción indirecta	kg/cm ²

Anexo 03: Diseño de mezcla de concreto



KLA FER S.A.C.

2023

“INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS”.



DISEÑO DE MEZCLA

Fc' 210 Kg/cm² – Piedra de 3/4”

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

“INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS”.

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- PESO UNITARIO
- CONTENIDO DE HUMEDAD
- PESO ESPECÍFICO
- DISEÑO DE MEZCLA - $F_c' 210$
Kg/cm² – Piedra de 3/4”

HUANCAYO

2023

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH/ ING. CIVIL LITA RIOS ROMO
PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS."
FECHA EMIS. : 19 DE ENERO DE 2023
CANTERA : ORCOTUNA

NTE. E 660 CONCRETO ARMADO

ANÁLISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):

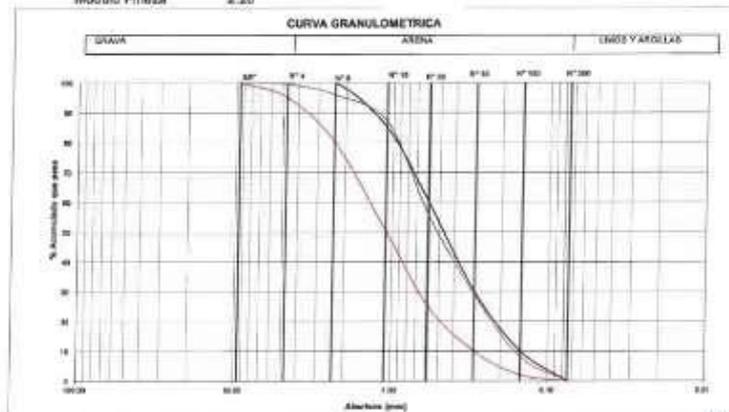
Peso Específico : 2.86 gr/cm³
Humedad Natural : 1.52 %
% Absorción : 1.31 %
Peso Volumétrico Suelto : 1700 kg/m³
Peso Volumétrico Compactado : 1766 kg/m³

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra : 500.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	PESO		%		LÍMITES	
		RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	% ACUMULADO	inferior	superior
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.750	2.37	0.47	99.53	0.47	95	100
5	2.360	17.96	3.51	96.01	3.99	80	100
16	1.100	46.12	9.22	96.79	13.21	60	85
30	0.590	167.44	31.49	55.30	44.70	25	60
50	0.297	133.17	26.63	28.67	71.33	10	30
100	0.149	103.45	20.69	7.98	92.02	2	10
200	0.075	39.71	7.94	0.04	99.96	0	0
FONDO		0.18	0.04	0.00	100.00		
		499.82					

Modulo Fineza : 2.26



RECOMENDACIONES

El agregado fino, es apto para trabajo en obra, ya que su granulometría se encuentra dentro de los parámetros permitidos.

Materiales antes de ser usados en obra.

Eliminar partículas mayores a 4.75 mm.

OBSERVACIONES

Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

Materiales se levanta en laboratorio.

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Escobar
Abogado - Cendo CIP-1000
Especialista en litigios de Suelo,
Construcción y Geotecnia.

LOCAL HUANCAYO : AV. CALLE REAL 445 - 445 CHILCA (HUANCAYO)
LOCAL TAMBÓ : PSE CAMPUS 143 FRENTE I.N.C.P.

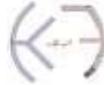
RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

SERVICIOS DE SUELOS, AGUA, AGREGADOS, ENSAYOS DE RESISTENCIA, MATERIA, FUNDACIÓN DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, URSALVE, ENSAYOS DE RESISTENCIA ELECTRICA DE PUERTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/bsb -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH/ ING. CIVIL LITA RÍOS ROMO

PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS."

FECHA EMIS. : 19 DE ENERO DE 2023

CANTERA : ORCOTUNA

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

ANÁLISIS DE AGREGADO GRUESO

Peso Específico 2.79 gr/cm³
Humedad Natural 1.34 %
% Absorción 1.33 %
Peso Volumétrico Suelto 1447 kg/m³
Peso Volumétrico Compactado 1508 kg/m³

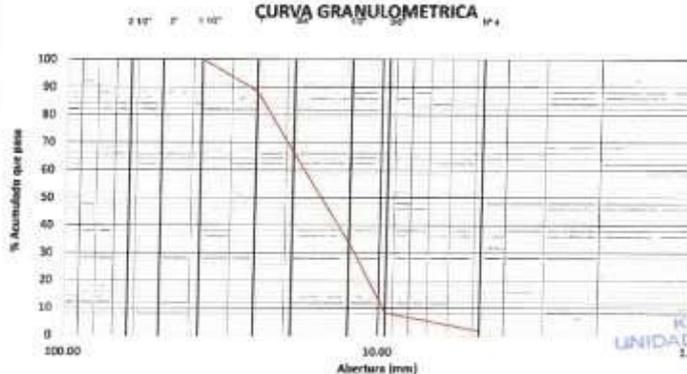
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 5000.00 grms.

TAMIZ	TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	% ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1"	25.00	569.00	11.78	88.22	11.78
3/4"	19.00	1115.00	22.30	65.92	34.08
1/2"	12.50	1639.00	32.78	33.14	66.86
3/8"	9.50	1248.00	24.96	8.16	91.82
4	4.75	325.00	6.50	1.68	98.32
	FONDO	84.00	1.68	0.00	100.00

TAMIZO MÁXIMO NOMINAL 5000.00
3/4" Módulo Fineza 8.03

CURVA GRANULOMÉTRICA



RECOMENDACIONES : Material debe ser lavado antes de su uso en obra.
Eliminar partículas mayores a 1".
OBSERVACIONES : Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la muestra.
Material fue lavado en laboratorio.

KLAFER S.A.C
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Pineda
ASESOR TECNICO JUNIOR
Especialista en Mecánica de Suelos y Geotecnia

LOCAL TUCUMÁN / AV CALLE REAL 445 - 445 CRILO TUCUMÁN
LOCAL TAMBÚ 7995 CAMPOS 143 FRENTE I.L.N.C.P.

RDC 20407134911
CEL. 945510108

LABORIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, HEDAS, ALEROS, UNIDADES DE ALUMBRADO, MEDIDA, ALAMBRE, OBRAS
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUERTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/bsb - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSO -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH/ ING. CIVIL LITA RIOS ROMO
PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS."

FECHA EMIS. : 19 DE ENERO DE 2023

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12418	12380	12402
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5352	5324	5336
4	volumen molde	cm ³	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m ³	1731	1722	1725
6	P.U.S.Seco	kg/m ³	1704	1695	1699
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1700		

II. PESO UNITARIO COMPACTO			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12645	12575	12612
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5579	5509	5546
4	volumen molde	cm ³	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m ³	1804	1781	1793
6	P.U.S.Seco	kg/m ³	1777	1754	1766
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1766		

III. HUMEDAD			
1	Peso de la Tara	gr	26.40
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	163.18
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	161.13
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.05
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	134.73
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	1.52

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. María Elena Luciani
Asesor Técnico en Obras
Especialista en Mecánica de Suelos,
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSO - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.F.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTENCIA ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/Dsb -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH/ ING. CIVIL LITA RIOS ROMO
: "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS
URBANOS."

FECHA EMIS. : 19 DE ENERO DE 2023

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11469	11654	11679
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4403	4588	4613
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1424	1484	1492
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1405	1464	1472
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1447	

II. PESO UNITARIO COMPACTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11698	11826	11852
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4632	4760	4786
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1498	1539	1548
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1478	1519	1527
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1508	

III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	23.90
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	189.21
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	187.03
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.18
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	163.13
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	1.34

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Maximiliano P. Pizarro
ACCIONES COMERCIALES S.A.S.
Especialista en Servicios de Suelos,
Geotecnia y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO
LOCAL TAMBÓ : PISO CAMPOS 143 FRENTE II N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIO ESPECIALIZADOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

SERVICIOS DE SUELOS, BÚSQUEDA DE RECURSOS, DISEÑO DE ALIMENTACIÓN, PROYECTO, BARRIDO, BLENDO
DE MEZCLA, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN ARMA, DESAGUO, ENSAYOS DE
RESISTENCIA ELÉCTRICA, DE PUNTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/Dsb - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSB -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH/ ING. CIVIL LITA RIOS ROMO
PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS
URBANOS."

FECHA EMIS. : 19 DE ENERO DE 2023

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)

I. DATOS

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3265
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	671
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2782
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2111
5	Peso de la Tara	gr	245
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3467
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3222

II. RESULTADOS

8	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.79
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.83
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.90
11	Porcentaje de Absorción	%	1.33

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	163.71
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	663.71
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	991.27
5	Peso del Agua	gr	327.56
6	Peso de la Tara	gr	214.58
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	708.13
8	Peso de la Arena Seca	gr	493.55
9	Volumen del Balón	cm3	500.00

II. RESULTADOS

10	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.86
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.90
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.97
13	Porcentaje de Absorción	%	1.31

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

ING. MARCO ANTONIO LINDO
ASOCIADO EN INGENIERÍA
Especialización Mecánica de Suelos,
Cimentación y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO: AV. CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO,
LOCAL TAMBIL: PSE CAMPOS 143 FRENTE IUNCP

RUC 20467134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES.

SERVICIOS DE SUELOS, PULSOS, ALFONSO, VIBROMEDIO DE ALARMAS, MUESTRA, ALLEVA, ORDEN
DE MEDIDAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN ACIA, DELACUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELECTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE : 412-2023

SOLICITANTE : BACH/ ING. CIVIL LITA RIOS ROMO

PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS."

FECHA EMIS. : 19 DE ENERO DE 2023

DISEÑO DE MEZCLA f_c 210 Kg/cm²

1.- DATOS RESUMEN

PROPIEDADES	PE	FUC	FUS	%A8	%W	MF
CEMENTO	3.15					
AGREGADO FINO	2.86	1766	1700	1.31	1.52	2.26
AGREGADO GRUESO	2.79	1508	1447	1.33	1.34	8.03

2.- SUMP

3.- TMN

4.- AGUA

3"

3/4"

192.50 Litros

5.- AIRE ATRAPADO

2 %

6.- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA f_{cr}

f_c 210 kg/cm²
f_{cr} 294 kg/cm²

7.- RELACION AGUA CEMENTO A/C

A/C 0.47

cantidad de cemento

380.15 kg

8.94 bls

8.- APORTE DEL AGREGADO GRUESO

volumen AG 0.67
peso AG 934.58 kg

9.- VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO 0.121 m³
AGUA 0.193 m³
AIRE 0.020 m³
VOLUMEN AS 0.335 m³
0.669 m³

10.- PESO DEL AGREGADO FINO

peso AF 875.66 kg

VOLUMEN AF 0.331 m³

1.000 ok

11.- PRESENTACION EN SECO

CEMENTO 380.15 kg
AF 875.66 kg
AG 934.58 kg
AGUA 192.50 Litros

12.- CORRECCION POR HUMEDAD

AF 888.97 kg
AG 947.10 kg

13.- APORTE DE AGUA

AF 1.84 Litros
AG 0.09 Litros
1.93

14.- AGUA EFECTIVA

AE 190.57 Litros

KLAFER S4C
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. María Tereza Cuevas
Asesor Técnico CIP 28180
Especialista en Mecánica de suelos
Geotecnia y Geomorfología

LOCAL HUANCAYO / AV CALLE BSAL #41 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ / PSB CAMPOS 143 PRENTE U.N.C.P.

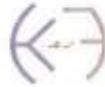
RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIO DE LABORATORIO Y ENFERMEDADES PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES.

SERVICIO DE SERVICIOS TÉCNICOS AL SECTOR DE ALIMENTACIÓN, BAÑOS, PUERTOS, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESARROLLO, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH/ING. CIVIL LITA RIOS ROMO
: "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS
PROYECTO PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS
URBANOS."
FECHA EMIS. : 19 DE ENERO DE 2023

DISEÑO DE MEZCLA Fc 210 Kg/cm²

15.- PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
380.15	888.97	947.10	190.57

16.- PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie 3)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
380.15	18.19	22.81	190.57

RESUMEN DEL DISEÑO EN OBRA

MATERIALES	Proporción en peso (Kg)	Volumen en peso seco (Pie 3)
CEMENTO	1	1
AGREGADO FINO	2.34	2.04
AGREGADO GRUESO	2.49	2.55
AGUA	0.50	21.32

BOLSAS DE CEMENTO **8.94** **bol/m³**

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Elena Rojas
ASESORA EN INGENIERÍA DE SUELOS
Especialista en Mecánica de Suelos
Civiles y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 442 - 445 (COLCA HUANCAYO)
LOCAL TAMBÓ : PUJE CAMPOS 143 FRENTE U.M.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIO DE LABORATORIOS ESPECIALIZADOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ENSAYOS DE SUELOS: SUELOS, AGREGADOS, UNIFORMES DE ALABRILEO, PAQUETES, ALEMBOS (SERNI)
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, TIRAJUE, ENSAYOS DE
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Anexo 04: Calibración de equipos



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Región IJC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-094-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 039-2023
Fecha de Emisión : 2023-02-10

1. Solicitante : KLAFER S.A.C.
Dirección : CAL REAL NRO. 445 - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

2. Instrumento de Medición : BALANZA
Marca : OHAUS
Modelo : EB30
Número de Serie : 8030425686
Alcance de Medición : 30 kg
División de Escala (e) : 1 g
División de Escala Real (d) : 1 g
Procedencia : CHINA
Identificación : KF-BAL-04
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2023-02-07

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN 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. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KLAFER S.A.C.
CALLE PASAJE SAMPOS NRO. 143 - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN



PT-08.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
D.S. - Tech
Laboratorio de
Acreditación

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-094-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	14,5	14,5
Humedad Relativa	64,8	65,7

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
INACAD - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F2)	M-0372-2021
	Pesa (exactitud F2)	M-0373-2021
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de 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 II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
IVELLACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medida	Temp. °C					
	Inical			Final		
	Temp. °C	14,5	14,5	Temp. °C	14,5	14,5
Carga L1 ^m	15,0000 kg					
	1 (kg)	AL (g)	E (g)	1 (kg)	AL (g)	E (g)
Carga L2 ^m	30,0001 kg					
	14,999	0,5	-1,0	30,000	0,8	-0,4
	14,999	0,5	-1,0	30,000	0,8	-0,5
	14,999	0,7	-1,2	30,000	0,7	-0,3
	14,999	0,5	-1,0	30,000	0,6	-0,2
	14,999	0,5	-1,0	30,000	0,6	-0,4
	14,999	0,2	-0,7	30,000	0,5	-0,5
	14,999	0,8	-1,3	30,000	0,7	-0,3
	14,999	0,5	-1,0	30,000	0,6	-0,2
	14,999	0,7	-1,2	30,000	0,8	-0,4
	14,999	0,8	-1,3	30,000	0,9	-0,5
	Diferencia Máxima	0,6			0,3	
Error máximo permitido ±	2 g			3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-094-2023
 Página: 3 de 3

INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO PAVIMENTADO



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	f (kg)	AL (g)	Eo (g)	Carga L (kg)	f (kg)	AL (g)	E (g)	Eo (g)
1	0,0100	0,010	0,9	-0,4	10,000	9,999	0,3	-0,8	-0,4
2		0,010	0,9	-0,4		9,999	0,9	-1,4	-1,0
3		0,010	0,9	-0,4		9,999	0,9	-1,4	-1,0
4		0,010	0,9	-0,4		10,000	0,7	-0,2	0,2
5		0,010	0,9	-0,4		10,000	0,7	-0,2	0,2
Error máximo permitido									± 2 g

(*) ver anexo 1

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (kg)	ORIENTES				DÉCIMOS				E (g)
	f (kg)	AL (g)	E (g)	Eo (g)	f (kg)	AL (g)	E (g)	Eo (g)	
0,0100	0,010	0,9	-0,4						
0,0500	0,050	0,9	-0,4	0,0	0,000	0,9	-0,4	0,0	1
0,5000	0,500	0,7	-0,2	0,2	0,500	0,9	-0,4	0,0	1
2,0000	2,000	0,9	-0,4	0,0	2,000	0,7	-0,2	0,2	1
5,0000	5,000	0,6	-0,1	0,3	5,000	0,7	-0,2	0,2	1
7,0000	7,000	0,8	-0,3	0,1	7,000	0,9	-0,4	0,0	2
10,0000	10,000	0,9	-0,4	0,0	10,000	0,8	-0,3	0,1	2
15,0000	14,999	0,7	-1,2	-0,8	14,999	0,7	-1,2	-0,8	2
20,0001	19,999	0,8	-1,4	-1,0	19,999	0,9	-1,5	-1,1	2
25,0001	24,999	0,9	-1,5	-1,1	24,999	0,7	-1,3	-0,9	3
30,0001	29,999	0,8	-1,4	-1,0	29,999	0,8	-1,4	-1,0	3

s.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e Incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,56 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,03 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 9,07 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga nombrada E: Error encontrado E_L: Error en peso E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-05 F08 / Diciembre 2018 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 839 - 2022

Página 1 de 2

Expediente : T 540-2022
Fecha de emisión : 2022-09-06
1. Solicitante : KLAIFER S.A.C.
Dirección : CAL REAL NRO. 445 - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Marca de Prensa : PINZUAR
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA
Capacidad de Prensa : 100 kN
Marca de Indicador : PINZUAR
Modelo de Indicador : PC-160
Serie de Indicador : 220
Marca de Transductor : NO INDICA
Modelo de Transductor : PT1245-210-61/M
Serie de Transductor : NO INDICA
Bomba Hidráulica : MANUAL

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.

Punto de Precisión 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. Lugar y fecha de calibración
PJ CAMPO N° 143 - SAÑOS CHICO - EL TAMBO - HUANCAYO
05 - SETIEMBRE - 2022

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO Ó INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS HIGH WEIGHT	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	23.5	23.6
Humedad	43	43

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 639 - 2022

Página 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" (kN)	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" (kN)	ERROR Ep (%)	RPTBLD Rp (%)
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) (%)	ERROR (2) (%)			
100	97,015	96,897	2,99	3,10	97,0	3,14	0,12
200	194,941	195,989	2,53	2,01	195,5	2,32	-0,52
300	293,276	294,443	2,24	1,65	293,9	2,09	-0,39
400	392,329	394,671	1,92	1,28	393,6	1,63	-0,64
500	492,523	492,565	1,50	1,48	492,6	1,51	-0,01
600	591,911	593,728	1,35	1,05	592,8	1,21	-0,30
700	692,347	693,051	1,09	0,98	692,7	1,05	-0,10

NOTAS DE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.
 $Ep = \frac{B - A}{B} \cdot 100$ $Rp = \frac{Error(2) - Error(1)}{B} \cdot 100$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlación $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $y = 1,007x + 3,2666$

Donde: x - Lectura de la pantalla
 y - Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

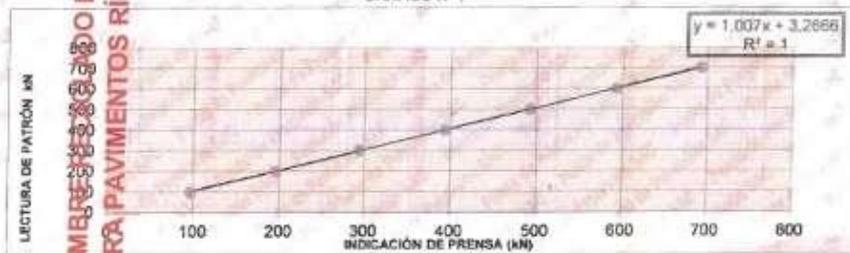
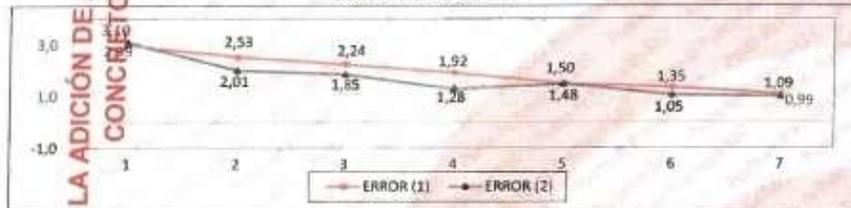


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telef. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

Anexo 05: Ensayos del laboratorio



INFORME DE ENSAYO

N° : RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-03-02	N° páginas	1 de 1	
Ensayo	Método						
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1						
Solicitante	Bach/Ing. Civil Lía Ríos Romo.						
Dirección del solicitante	Huancayo.						
Estudio / Obra	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"						
Ubicación / Procedencia	Huancayo.						
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo			Laboratorio de Concreto Klar		
Condiciones ambientales	Temperatura, °C		Humedad relativa, %		Inicio		Fin
	Inicio	Fin			61	61	
	15.2	15.3					
Tipo de muestra	Concreto		Condición de la muestra		Prueba clínica B*		
Fecha de muestreo	2023-01-21	Fecha de recepción		2023-01-28	Fecha de ensayo		2023-01-28
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente	412	Orden de trabajo	455		

Identificación	0%	0%	0%	=	=	=	=
Muestra	M-1	M-2	M-3	=	=	=	=
Edad de la muestra	7	7	7	=	=	=	=
Diametro promedio (mm)	151.75	151.5	154.25	=	=	=	=
Longitud (mm)	300.3	300.7	305.3	=	=	=	=
Área (mm ²)	18086.2	18026.7	18687.0	=	=	=	=
Densidad (Kg/m ³)	2316.67	2305.19	2228.57	=	=	=	=
Carga máxima (KN)	414.6	454.5	385.4	=	=	=	=
Resistencia individual (Mpa)	22.9	25.2	20.6	=	=	=	=
Resistencia individual (Kg/cm ²)	233.5	257.0	210.1	=	=	=	=
Resistencia promedio *(Kg/cm ²)	=	=	=	=	=	=	=
Tipo de fractura	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	=	=	=	=
Defectos de la muestra	=	=	=	=	=	=	=

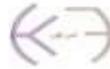
KLAFER S.A.C.
 Laboratorio de ensayos
 mecánicos y estructurales
 Jairo Luis Palacios Espinoza
 Ingeniero Civil
 Jefe de Laboratorio

FIN DE INFORME

1. KLAFER S.A.C., no realiza la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas.
2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLAFER S.A.C.
4. KLAFER S.A.C., asume responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.

* para dos o mas cilindros ensayados a la misma edad

Código: KF-RE-28
 Versión: 01
 Fecha de emisión: 2022-03-01



INFORME DE ENSAYO

N° : RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-03-02	N° páginas	1 de 1	
Ensayo	Método						
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1						
Solicitante	Sach/ Ing. Civil Lita Ros Romo.						
Dirección del solicitante	Huancayo.						
Estudio / Obra	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"						
Ubicación / Procedencia	Huancayo.						
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo			Laboratorio de Concreto Klafér		
Condiciones ambientales	Inicio		Fin		Humedad relativa, %		Inicio
Temperatura, °C	13.4		14.2				65
							61
Tipo de muestra	Concreto		Condición de la muestra		Probeta cilíndrica F*		
Fecha de muestreo	2023-01-21	Fecha de recepción		2023-02-04	Fecha de ensayo		2023-02-04
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente		412	Orden de trabajo		455

Identificación	0%	0%	0%	=	=	=	=
Muestra	M-1	M-2	M-3	=	=	=	=
Edad de la muestra	14	14	14	=	=	=	=
Diámetro promedio (mm)	150.75	150.25	151	=	=	=	=
Longitud (mm)	299.0	300.0	299.7	=	=	=	=
Área (mm ²)	17848.6	17730.4	17907.9	=	=	=	=
Densidad (Kg/m ³)	2364.91	2307.95	2291.85	=	=	=	=
Carga máxima (KN)	550.1	459.2	500.6	=	=	=	=
Resistencia Individual (Mpa)	30.9	25.9	32.4	=	=	=	=
Resistencia Individual (Kg/cm ²)	314.1	261.1	330.4	=	=	=	=
Resistencia promedio *(Kg/cm ²)	=	=	=	=	=	=	=
Tipo de fractura	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 2	=	=	=	=
Defectos de la muestra	=	=	=	=	=	=	=

KLAFER S.A.C.
Mecánica de Suelos, Geotecnia,
Asfalto y Cementación.

Ingeniero (M) José Luis Palacios España
Ingeniero Civil
Jefe de Laboratorio

FIN DE INFORME

1. KLAFER S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas.
 2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
 3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLAFER S.A.C.
 4. KLAFER S.A.C., deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
 5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
 6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.
- * para dos o más cilindros ensayados a la misma edad

Código: KF-RE-20
Versión: 01
Fecha de emisión: 2022-03-01



INFORME DE ENSAYO

N°: RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-03-02	N° páginas	1 de 1	
Ensayo	Método						
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1						
Solicitante	Bach' Ing. Civil Lito Rios Romo.						
Dirección del solicitante	Huancayo.						
Estudio / Obra	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"						
Ubicación / Procedencia	Huancayo.						
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo			Laboratorio de Concreto Kaler		
Condiciones ambientales							
Temperatura, °C	Inicio 14.4	Fin 14.2	Humedad relativa, %		Inicio 65	Fin 67	
Tipo de muestra	Concreto	Condición de la muestra			Probeta cilíndrica 6"		
Fecha de muestreo	2023-01-21	Fecha de recepción	2023-02-18		Fecha de ensayo	2023-02-18	
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente	412		Orden de trabajo	455	

Identificación	0%	0%	0%	"	"	"	"
Muestra	M-1	M-2	M-3	"	"	"	"
Edad de la muestra	28	28	28	"	"	"	"
Diametro promedio (mm)	150.75	151	161	"	"	"	"
Longitud (mm)	299.7	300.7	299.3	"	"	"	"
Área (mm²)	17846.6	17907.8	17907.9	"	"	"	"
Densidad (Kg/m³)	2388.81	2334.07	2306.30	"	"	"	"
Carga máxima (KN)	367.6	626.2	529	"	"	"	"
Resistencia Individual (Mpa)	31.2	35.0	29.5	"	"	"	"
Resistencia Individual (Kg/cm²)	318.2	356.9	300.6	"	"	"	"
Resistencia promedio *(Kg/cm²)	"	"	"	"	"	"	"
Tipo de fractura	Tipo 4	Tipo 2	Tipo 5	"	"	"	"
Defectos de la muestra	"	"	"	"	"	"	"

KLAFER S.A.C.
Mecánica de Suelos, Concreto,
Asfalto y Asfalto-Betón

Ingeniero Civil
Jefe de Laboratorio

FIN DE INFORME

1. KLAFER S.A.C. no realiza la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionados.
 2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
 3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de KLAFER S.A.C.
 4. KLAFER S.A.C., deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
 5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
 6. Los servicios ofrecidos surt conforme a nuestros términos y condiciones.
- * para dos o mas cilindros ensayados a la misma edad

Código: KF-RE-06
Versión: 01
Fecha de emisión: 2022-03-01



INFORME DE ENSAYO

N° : RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-03-02	N° páginas	1 de 1	
Ensayo	Método						
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1						
Solicitante	Ech/ Ing. Civil Lita Rios Romo.						
Dirección del solicitante	Huancayo.						
Estudio / Obra	*INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS*						
Ubicación / Procedencia	Huancayo.						
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo			Laboratorio de Concreto Klafér		
Condiciones ambientales							
Temperatura, °C	Inicio 14.1	Fin 14.1	Humedad relativa, %		Inicio 63	Fin 63	
Tipo de muestra	Concreto	Condición de la muestra		Probeta cilíndrica Ø7			
Fecha de muestreo	2023-01-23	Fecha de recepción	2023-01-30	Fecha de ensayo	2023-01-30		
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente	412	Orden de trabajo	455		

Identificación	0.25%	0.25%	0.25%	-	-	-	-
Muestra	M-1	M-2	M-3	-	-	-	-
Edad de la muestra	7	7	7	-	-	-	-
Díametro promedio (mm)	150.25	150	150	-	-	-	-
Longitud (mm)	288.7	300.0	300.7	-	-	-	-
Área (cm²)	17730.4	17671.5	17671.5	-	-	-	-
Densidad (Kg/m³)	2343.77	2352.83	2370.54	-	-	-	-
Carga máxima (KN)	454.1	332.6	389.9	-	-	-	-
Resistencia Individual (Mpa)	25.8	18.8	22.1	-	-	-	-
Resistencia Individual (Kg/cm²)	261.0	191.7	225.4	-	-	-	-
Resistencia promedio *(Kg/cm²)	-	-	-	-	-	-	-
Tipo de fractura	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	-	-	-	-
Defectos de la muestra	-	-	-	-	-	-	-


KLAFER S.A.C.
 Mecánica de suelos, concreto,
 asfalto y de materiales.
 Jairo Luis Palacios Espinoza
 Ingeniero Civil
 Jefe de Laboratorio

FIN DE INFORME

1. KLAFER S.A.C., no realizó la toma de muestra o el ensayo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas.
2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo entenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLAFER S.A.C.
4. KLAFER S.A.C., deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.

* para datos o más cilindros ensayados a la misma edad

Código: KF-RE-26
 Versión: 01
 Fecha de emisión: 2023-03-02



INFORME DE ENSAYO

N° : RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-03-02	N° páginas	1 de 1	
Ensayo	Método						
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1						
Solicitante	Bach Ing. Civil Liza Ríos Romo						
Dirección del solicitante	Huancayo						
Estudio / Obra	"INGENIERIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"						
Ubicación / Proceso	Huancayo						
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo			Laboratorio de Concreto KLAFER		
Condiciones ambientales	Temperatura, °C		Humedad relativa, %				
	Inicio	Fin	Inicio	Fin			
	13.8	14.1					
Tipo de muestra	Concreto	Condición de la muestra		Probeta cilíndrica 6"			
Fecha de muestreo	2023-01-28	Fecha de recepción	2023-02-06	Fecha de ensayo	2023-02-06		
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente	412	Orden de trabajo	455		

Identificación	0.25%	0.25%	0.25%	=	=	=	=
Muestra	M-1	M-2	M-3	=	=	=	=
Edad de la muestra	14	14	14	=	=	=	=
Diametro promedio (mm)	150.75	150.5	150	=	=	=	=
Longitud (mm)	299.7	300.0	299.3	=	=	=	=
Área (mm²)	17846.6	17789.5	17671.5	=	=	=	=
Densidad (Kg/m³)	2346.42	2380.38	2362.26	=	=	=	=
Carga máxima (KN)	560.5	422.1	583.6	=	=	=	=
Resistencia Individual (Mpa)	31.4	23.7	33.0	=	=	=	=
Resistencia Individual (Kg/cm²)	320.2	241.7	336.5	=	=	=	=
Resistencia promedio (Kg/cm²)	=	=	=	=	=	=	=
Tipo de fractura	Tipo 5	Tipo 2	Tipo 2	=	=	=	=
Defectos de la muestra	=	=	=	=	=	=	=



KLAFER S.A.C.
Mecánica de suelos, concreto,
asfalto y de materiales.

Jose Luis Parrales Espinoza
Ingeniero Civil
Jefe de Laboratorio

FIN DE INFORME

1. KLAFER S.A.C., no realiza la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recibidas.
 2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
 3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLAFER S.A.C.
 4. KLAFER S.A.C., deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
 5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
 6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.
- * para dos o mas cilindros ensayados a la misma edad

Código: KI-RE-28
Versión: 01
Fecha de emisión: 2022-03-01



INFORME DE ENSAYO

N° : RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-03-02	N° páginas	1 de 1
Ensayo	Método					
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1					
Solicitante	Bach/ Ing. Civil Lita Rios Romo					
Dirección del solicitante	Huancayo					
Estado / Obra	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS URBANOS"					
Ubicación / Procedencia	Huancayo					
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo		Laboratorio de Concreto KLAFER		
Condiciones ambientales	Temperatura, °C					
	Inicio	Fin	Humedad relativa, %		Inicio	Fin
	14.9	15.1			62	60
Tipo de muestra	Concreto	Condición de la muestra		Prueba cilíndrica 6"		
Fecha de muestreo	2023-01-23	Fecha de recepción	2023-02-20	Fecha de ensayo	2023-02-20	
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente	412	Orden de trabajo	455	

Identificación	0,25%	0,25%	0,25%	*	*	*	*
Muestra	M-1	M-2	M-3	=	=	=	=
Edad de la muestra	28	28	28	=	=	=	=
Diametro promedio (mm)	150.5	150.20	150.5	=	=	=	=
Longitud (mm)	299.3	299.7	299.7	=	=	=	=
Área (mm ²)	17789.0	17730.4	17789.5	=	=	=	=
Densidad (Kg/m ³)	2390.67	2336.23	2349.81	=	=	=	=
Carga máxima (KN)	502.2	632.6	696.2	=	=	=	=
Resistencia Individual (Mpa)	31.6	36.8	33.5	=	=	=	=
Resistencia Individual (Kg/cm ²)	322.2	375.3	341.6	=	=	=	=
Resistencia promedio * (Kg/cm ²)	=	=	=	=	=	=	=
Tipo de fractura	Tipo 2	Tipo 5	Tipo 5	=	=	=	=
Defectos de la muestra	=	=	=	=	=	=	=

KLAFER S.A.C.
 Mecánica de suelos, concreto,
 asfalto y de pavimentos.
 Jose Luis Palacios Espinoza
 Ingeniero Civil
 Jefe de Laboratorio

FIN DE INFORME

1. KLAFER S.A.C., no realiza la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas.
2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra entidad o lote que no haya sido analizado.
3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLAFER S.A.C.
4. KLAFER S.A.C., declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.
- * para diez o mas cilindros ensayados a la misma edad.

Código: KF-01-01
 Versión: 01
 Fecha de emisión: 2022-02-01



INFORME DE ENSAYO

N° : RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-03-02	N° páginas	1 de 1	
Ensayo	Método						
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1						
Solicitante	Bach/ Ing. Civil Lita Rios Romo.						
Dirección del solicitante	Huancayo.						
Estudio / Obra	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRIL RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"						
Ubicación / Procedencia	Huancayo.						
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo			Laboratorio de Concreto KLAFER		
Condiciones ambientales							
Temperatura, °C	Inicio	Fin	Humedad relativa, %		Inicio	Fin	
	15.5	18.1			58	57	
Tipo de muestra	Concreto	Condición de la muestra			Próbete cilíndrica 6"		
Fecha de muestreo	2023-01-24	Fecha de recepción	2023-01-31	Fecha de ensayo	2023-01-31		
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente	412	Orden de trabajo	455		

Identificación	2%	2%	2%	=	=	=	=
Muestra	M-1	M-2	M-3	=	=	=	=
Edad de la muestra	7	7	7	=	=	=	=
Diametro promedio (mm)	150.25	151.25	151.75	=	=	=	=
Longitud (mm)	300.3	301.0	299.3	=	=	=	=
Área (mm ²)	17730.4	17967.2	18066.2	=	=	=	=
Densidad (Kg/m ³)	2382.83	2387.78	2355.19	=	=	=	=
Carga máxima (KN)	517.5	537.2	452.8	=	=	=	=
Resistencia Individual (Mpa)	29.2	29.9	25.0	=	=	=	=
Resistencia Individual (Kg/cm ²)	297.8	304.9	254.9	=	=	=	=
Resistencia promedio (Kg/cm ²)	=	=	=	=	=	=	=
Tipo de fractura	Tipo 5	Tipo 2	Tipo 5	=	=	=	=
Defectos de la muestra	=	=	=	=	=	=	=

KLAFER S.A.C.
Atestado de autenticidad y de autenticidad.

José Luis Paredes Espinoza
Ingeniero Civil
Jefe de Laboratorio.

FIN DE INFORME

1. KLAFER S.A.C., no realiza la toma de muestra o el ensayo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron reexpedidos.
 2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
 3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLAFER S.A.C.
 4. KLAFER S.A.C., deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
 5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
 6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.
- * para dos o más cilindros ensayados a la misma edad

Código: KF-05-09
Versión: 01
Fecha de emisión: 2022-02-01



INFORME DE ENSAYO

N°: RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-03-02	N° páginas	1 de 1
Ensayo	Método					
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1					
Solicitante	Bach/ Ing. Civil Lita Ríos Romo					
Dirección del solicitante	Huancayo					
Estado / Obra	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"					
Ubicación / Procedencia	Huancayo					
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo			Laboratorio de Concreto Klafer	
Condiciones ambientales	Temperatura, °C					
	Inicio	Fin	Humedad relativa, %		Inicio	Fin
	15.1	15.4			80	58
Tipo de muestra	Concreto	Condición de la muestra		Prueba cilíndrica 4"		
Fecha de muestreo	2023-01-24	Fecha de recepción	2023-02-07	Fecha de ensayo	2023-03-02	
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente	412	Orden de trabajo	455	

Identificación	2%	2%	2%	=	=	=	=
Muestra	M-1	M-2	M-3	=	=	=	=
Edad de la muestra	14	14	14	=	=	=	=
Díametro promedio (mm)	151	151.5	150	=	=	=	=
Longitud (mm)	301.3	300.3	298.3	=	=	=	=
Área (mm ²)	17907.9	18026.7	17671.5	=	=	=	=
Densidad (Kg/m ³)	2362.22	2354.61	2365.66	=	=	=	=
Carga máxima (KN)	368.1	601.8	648.9	=	=	=	=
Resistencia Individual (Mpa)	20.6	38.7	38.7	=	=	=	=
Resistencia Individual (Kg/cm ²)	210.1	374.2	374.2	=	=	=	=
Resistencia promedio (Kg/cm ²)	=	=	=	=	=	=	=
Tipo de fractura	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 2	=	=	=	=
Defectos de la muestra	=	=	=	=	=	=	=



KLAFER S.A.C.
Instituto de Estudios, Proyectos,
Asesoría y Oligometría

José Luis Palacios Espeso
Ingeniero Civil
Jefe de Laboratorio

FIN DE INFORME

1. KLAFER S.A.C., no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recibidas.
2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLAFER S.A.C.
4. KLAFER S.A.C., deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.

* para dos o mas cilindros ensayados a la misma edad

Código: KF-RE-05
Versión: 01
Fecha de emisión: 2023-03-01



INFORME DE ENSAYO

N° : RCP-038-2023		Fecha de emisión		2023-02-02	N° páginas	1 de 1
Ensayo	Método					
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens 1					
Solicitante	Bach/ Ing. Civil Lita Ríos Romo.					
Dirección del solicitante	Huancayo.					
Estudio / Obra	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"					
Ubicación / Proceso/obra	Huancayo					
Descripción del proceso	Resistencia	Lugar en el que se realiza el ensayo			Laboratorio de Concreto: Melen	
Condiciones ambientales	Temperatura, °C		Humedad relativa, %			
	Inicio	Fin		Inicio	Fin	
	14.3	14.2		58	63	
Tipo de muestra	Concreto	Condición de la muestra		Probeta cilíndrica 8"		
Fecha de muestreo	2023-01-24	Fecha de recepción	2023-02-21	Fecha de ensayo	2023-02-21	
Declaración de conformidad	No aplica	Expediente	412	Orden de trabajo	455	

Identificación	2%	2%	2%	"	"	"	"
Muestra	M-1	M-2	M-3	"	"	"	"
Edad de la muestra	28	28	28	"	"	"	"
Diametro promedio (mm)	149.5	150	150.25	"	"	"	"
Longitud (mm)	300.3	301.3	299.3	"	"	"	"
Área (mm²)	17533.8	17671.5	17730.4	"	"	"	"
Densidad (Kg/m³)	2390.37	2412.45	2375.47	"	"	"	"
Carga máxima (KN)	618.1	619.3	629.5	"	"	"	"
Resistencia individual (Mpa)	35.2	35.0	35.6	"	"	"	"
Resistencia individual (Kg/cm²)	356.9	356.9	362.0	"	"	"	"
Resistencia promedio (Kg/cm²)	"	"	"	"	"	"	"
Tipo de fractura	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	"	"	"	"
Defectos de la muestra	"	"	"	"	"	"	"

KLA FER S.A.C.
Ingeniería de suelos, geotecnia,
asfalto y pavimentos.

 Jose Luis Huanaco Espinoza
Ingeniero Civil
Jefe de Laboratorio

FIN DE INFORME

1. KLA FER S.A.C. no realiza la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron proporcionadas.
 2. El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado.
 3. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de KLA FER S.A.C.
 4. KLA FER S.A.C., declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
 5. Datos proporcionados por el cliente (Número de identificación, muestra, fecha de muestreo)
 6. Los servicios ofrecidos son conforme a nuestros términos y condiciones.
- * para dos o mas cilindros ensayados a la misma edad

Código: RF-RG-09
Versión: 01
Fecha de emisión: 2022-03-01



INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

F. INICIO DE ENSAYO	F. FIN DE ENSAYO	ED. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-02-07	2023-05-02	V4p	455

SOLICITANTE Eacty Ing. Civil Lita Ríos Romo	PROYECTO * INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS*
UBICACIÓN DEL PROYECTO Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ENSAYOS REALIZADOS ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD	
Modalidad : Ensayo en laboratorio Mét. muestra : Aleatorio Especimen : C-01 Muestra : M-1 (076)	Estado muestra : Húmedo Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER Fecha de muestreo : 2023-01-24
	altura mm : 3200 Temperatura °C : 15 Humedad % : 62

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Condiciones Iniciales		
Peso de la muestra	25.85	Kg
largo de la muestra	50	cm
ancho de la muestra	15	cm
Alto de la muestra	15	cm
Datos de ensayo		
P= Máxima carga aplicada	159.5	KN
L= Longitud del tramo	450	mm
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm
d= Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm
La fractura cumple la condición S.1, S.2, S.3 de ASTM C78		
a= Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	Calcular	208 mm
Resultados		
Edad del espécimen	14	días
Densidad de muestra (kg/m ³)	2297.78	Kg/m ³
R= Módulo de rotura (Mpa)	300.71	Kg/cm ²



Nota:
 Recomendaciones:

KLAFER SAC
 UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mariana Poma Dueñas
 Admisión Técnico CIP: 17336
 Especialización: MANTENIMIENTO DE CUERPOS
 CURSOS Y GEOMETRÍA



INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

F. INICIO DEL ENSAYO	F. FIN DEL ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-02-07	2023-03-02	V4p	455

SOLICITANTE Bach/ Ing. Civil Uta Rios Romo.	PROYECTO "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"
UBICACIÓN DEL PROYECTO Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ENSAYOS REALIZADOS ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD Modalidad : Ensayo en laboratorio Mét. muestra : Alcatrono Especimen : C-02 Muestra : M-2 (0%)	Estado muestra : Húmedo Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER Fecha de muestreo : 2023-03-04 altitud msnm : 3200 Temperatura °C : 15 Humedad % : 63

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Condiciones Iniciales			
Peso de la muestra	25.35	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	130.2	KN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d= Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.1		
a= Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica		225 mm
Resultados			
Edad del espécimen	14	días	
Densidad de muestra (Kg/m ³)	2253.33	Kg/m ³	
R= Módulo de rotura (Mpa)	177.02	Kg/cm ²	



NOTE:
 Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA
 Ing. Natalia María Luján
 ASISTENTE TÉCNICO CIP-10190
 Especialista en Módulos de suelos
 Concreto y Geotecnia



INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

F. PROTO DE ENSAYO	F. DESCRIPCIÓN ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRAMITE
2023-03-07	2023-03-07	V4p	455

SOLICITANTE	PROYECTO
Bach/ Ing. Civil Uta Rios Romo.	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ENSAYOS REALIZADOS
Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beams with Third-Point Loading)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	altitud msnm : 5200	
Mét. muestra : Alcatario	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 15	
Especimen : C-03	Fecha de moldeo : 2023-01-24	Humedad % : 63	
Muestra : M-3 (0%)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.			
Condiciones iniciales			
Peso de la muestra	25.55	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	146.3	KN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d= Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición B.1, B.2, B.3 de ASTM C78			
a= Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	Calcular	208	mm
Resultados			
Edad del espécimen	14	días	
Densidad de muestra (Kg/m ³)	2271.11	Kg/m ³	
R= Módulo de rotura (Mpa)	275.88	Kg/cm ²	



Nota:
 Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
 UNIDAD DE INGENIERIA
 Ing. KLAVER ESTEBAN DOMÍNGUEZ
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA
 Especialidad en Ingeniería de Materiales
 Construcción y Mantenimiento



INFORME DE CÁLCULO DE MODULO DE ROTURA

F. VIGENCIA DE ENSAYO	F. EMISIÓN Y ENVÍO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-02-21	2023-03-02	V4g	455

SOLICITANTE Bach/ Ing. Civil Lita Ricos Romo.	PROYECTO " INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"
UBICACIÓN DEL PROYECTO Zona : - Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ENSAYOS REALIZADOS ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD Modalidad : Ensayo en laboratorio Mét. muestra : Aleatorio Especimen : C-04 Muestra : M-1 (09)	Estado muestra : Húmedo Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER Fecha de muestreo: 2023-01-24 altitud mstrm : 3200 Temperatura °C : 15.3 Humedad % : 61

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Condiciones Iniciales		
Peso de la muestra	25.3	kg
largo de la muestra	50	cm
ancho de la muestra	15	cm
Alto de la muestra	15	cm
Datos de ensayo		
P= Máxima carga aplicada	129.2	kN
L= Longitud del tramo	450	mm
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.1	
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	176 mm
Resultados		
Edad del espécimen	28	días
Densidad de muestra (kg/m ³)	2248.89	kg/m ³
R= Módulo de rotura (Mpa)	179.68	kg/cm ²



Nota:
Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP- 72836
 Especialista en Mecánica de suelos
 Concreto y Geotecnia

INDECOPI

Registro de Marcas de Comercio N° 900578 -
2020/03 del Certificado N° 00022968



KLAER S.A.C.

Desde 1987 "Desarrollando Ingeniería e Ingeniería"

INFORME DE CÁLCULO DE MODULO DE ROTURA

PERIODO DE ENSAYO	F. ENTREGA DE MUESTRA O INICIO DE ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-02-21	2023-03-02	405

SOLICITANTE Rach/ Ing. Civil Lita Rios Romo.	PROYECTO " INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"
USUCIACIÓN DEL PROYECTO Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ENSAYOS REALIZADOS ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD Modalidad : Ensayo en laboratorio Mét. muestra : Aestorio Especimen : C-05 Muestra : M-2 (0%)	Estado muestra : Humedo Lugar de muestreo : Laboratorio KLAER Fecha de muestreo: 2023-01-24 altitud msnm : 3200 Temperatura °C : 15.3 Humedad % : 63

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Condiciones Iniciales		
Peso de la muestra	25.45	kg
largo de la muestra	50	cm
ancho de la muestra	15	cm
Alto de la muestra	15	cm
Datos de ensayo		
P= Máxima carga aplicada	168.8	KN
L= Longitud del tramo	450	mm
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78		
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia mas cercana al soporte de la superficie de tensión.	Calcular	203 mm
Resultados		
Edad del espécimen	28	días
Densidad de muestra (kg/m ³)	2262.22	kg/m ³
R= Módulo de rotura (Mpa)	310.60	kg/cm ²

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Nota:
Recomendaciones:

KLAER SAC
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mariano Poma Dueñas
ASOCIADO TECNICO EN CIENCIAS
Especialización en Investigación de suelos
Civil y Geotecnia



INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

FUNDO DE ENSAYO	F. INGRESO INICIAL	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRAMADO
2023-03-23	2023-03-02	Vlp	455

SOLICITANTE	PROYECTO
Bach/ Ing. Civil Uta Rios Romo.	* INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS*

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ENSAYOS REALIZADOS
Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ASTM C 78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	altitud msnm : 3200	
Mét. muestra : Alcatario	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 15.3	
Especimen : C-05	Fecha de muestro : 2023-03-24	Humedad % : 61	
Muestra : M-3 (0W)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.			
Condiciones Iniciales			
Peso de la muestra	25.5	kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	186.0	KN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.1		
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia mas cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	169	mm
Resultados			
Edad del espécimen	28	días	
Densidad de muestra (kg/m ³)	2266.67	kg/m ³	
R= Módulo de rotura (Mpa)	253.71	kg/cm ²	



Nota:
 Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
 UNIDAD DE INGENIERIA
 Ing. Mario Poma Córdova
 Asesor Civil de Obras
 Especialista en Materiales de Construcción
 Construcción y Desarrollo

INDECOPI

Registro de marcas Registradas N° 009178 -
DTC/050 Certificado N° 00122966



KLAFER S.A.C.

Modelo 1007 "Estructuras Resistentes e Ingeniería"

INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

FECHA DE INGRESO	F. EMISIÓN	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-02-15	2023-02-02	V4p	455

SOLICITANTE	PROYECTO
Bach/ Ing. Civil Lita Rios Remo.	* INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS*

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ENSAYOS REALIZADOS
Zona : - Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	altitud msnm :	3200
Mét. muestra : Aleatoria	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C :	16.4
Especimen : C-01	Fecha de muestreo : 2023-02-01	Humedad % :	58
Muestra : M-1 (0,25%)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.			
Condiciones Iniciales			
Peso de la muestra	25.75	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	166	KN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición R.1, R.2, R.3 de ASTM C78	8.2		
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia mas cercana al soporte de la superficie de tensión.	Calcular	206	mm
Resultados			
Edad del espécimen	14	días	
Densidad de muestra (Kg/m3)	2288.89	Kg/m3	
R= Módulo de rotura (Mpa)	309.96	Kg/cm2	



Nota:
Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

ING. MARCELO ESCOBAR
REGISTRO PROFESIONAL 27318
Especialista en Mecánica de Suelos
Cálculo y Geotecnia



INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

FRENTE DE ENSAYO	F. DISEÑO ENSAYO	COS. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-03-15	2023-03-02	V4p	455

SOLICITANTE Bach/ Ing. Civil Uta Rios Romo.	PROYECTO "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"
UBICACIÓN DEL PROYECTO Zona : - Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ENSAYOS REALIZADOS ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD Modalidad : Ensayo en laboratorio Mét. muestra : Aleatorio Especimen : C-02 Muestra : M-2 (0.25%)	Estado muestra : Húmedo Lugar de muestreo : Laboratorio KLA FER Fecha de realización : 2023-03-01 altitud msnm : 3200 Temperatura °C : 16.4 Humedad % : 58

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Condiciones Iniciales		
Peso de la muestra	25.85	Kg
longo de la muestra	50	cm
ancho de la muestra	15	cm
Alto de la muestra	15	cm
Datos de ensayo		
P= Máxima carga aplicada	173.2	KN
L= Longitud del tramo	450	mm
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.2	
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia mas cercana al soporte de la superficie de tensión.	Calcular	207 mm
Resultados		
Edad del espécimen	14	días
Densidad de muestra (Kg/m3)	2297.78	kg/m3
R= Módulo de rotura (Mpa)	324.97	kg/cm2

REGISTRO FOTOGRAFICO



Nota:
 Recomendaciones:

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Durban
 ASOCIADO JUNIO 2008
 Especialista en Mecánica de Estructuras
 Consultas y Diseño



INFORME DE CÁLCULO DE MODULO DE ROTURA

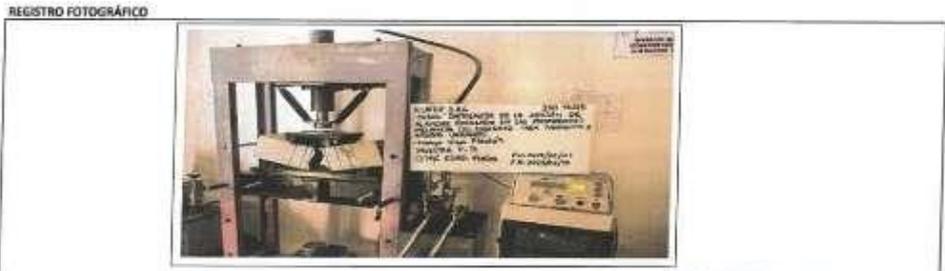
F. INICIO DE TRABAJO	F. FIN DEL ENSAJO	CCD. MUESTRA O ACOTAMIENTO	ORDEN TRABAJO
2023-02-15	2023-03-02	Vite	455

SOLICITANTE	PROYECTO
Bach/ Ing. Civil Lita Ríos Romo.	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ENSAYOS REALIZADOS
Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beams with Third-Point Loading)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	Altitud msnm : 3200	
Mét. muestra : Alotario	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 16.4	
Especimen : C-03	Fecha de muestreo : 2023-02-03	Humedad % : 58	
Muestra : M-3 (0,25%)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.			
Condiciones Iniciales			
Peso de la muestra	25.65	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	136.9	KN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.2		
s = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia mas cercana al soporte de la superficie de tensión.	Calcular	217 mm	
Resultados			
Edad del espécimen	14	días	
Densidad de muestra (kg/m ³)	2280.00	kg/m ³	
R= Módulo de rotura (Mpa)	269.27	kg/cm ²	



Nota:
Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. *[Firma]*
Especialista en Mecánica de Suelos
Corrosión y Geotecnia



INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

ORDEN DE ENSAYO	F. EMISIÓN	ED. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-09-01	2023-09-02	Wsp	455

SOLICITANTE Bach/ Ing. Civil Lita Ríos Romo.	PROYECTO "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"
UBICACIÓN DEL PROYECTO Zona : - Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ENSAYOS REALIZADOS ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD Modalidad : Ensayo en laboratorio Mét. muestreo : Aleatorio Especimen : C-05 Muestra : M-2 (0,25%)	Estado muestra : Húmedo Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER Fecha de muestreo : 2023-03-01 altitud msnm : 3200 Temperatura °C : 15,8 Humedad % : 64

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Condiciones iniciales		
Peso de la muestra	25.9	Kg
largo de la muestra	50	cm
ancho de la muestra	15	cm
Alto de la muestra	15	cm
Datos de ensayo		
P = Máxima carga aplicada	170.9	KN
L = Longitud del tramo	450	mm
b = Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.2	
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	Calcular	203 mm
Resultados		
Edad del espécimen	28	días
Densidad de muestra (Kg/m ³)	2302.22	Kg/m ³
f = Módulo de rotura (Mpa)	314.46	Kg/cm ²



Nota:
Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA
Ing. Mónica del Villar
Calle 2047 - Urb. Ingenieros
Española - Huancayo - Junín
Cm. 45 y G. 2047



INFORME DE CÁLCULO DE MODULO DE ROTURA

F. INICIO DE ENSAYO	F. FIN DE ENSAYO	TODAS MUESTRAS O ACTIVIDAD	OTRO TRABAJO
2023-03-01	2023-03-01	VAp	455

SOLICITANTE	PROYECTO
Boch/ Ing. Civil Lita Rios Romo.	* INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS*

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ENSAYOS REALIZADOS
Zona : Distrito : Huancaayo Provincia : Huancaayo Depto : Junín Región : Junín	ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmero	Altitud mínim : 3000	
Mét. muestra : Aleatorio	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 15.8	
Especimen : C-05	Fecha de muestreo : 2023-03-01	Humedad N : 64	
Muestra : M-3 (0.25%)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.			
Condiciones Iniciales			
Peso de la muestra	25.75	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	104.3	KN	
l= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición B.1, B.2, B.3 de ASTM C78	8.3		
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	135 mm	
Resultados			
Fedad del espécimen	28	days	
Densidad de muestra (kg/m3)	2288.89	kg/m3	
f _r = Módulo de rotura (Mpa)	Descartar Resultado	Kg/cm2	



Nota:
Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA
Ing. Martín Poma Huertas
ACCESO TÉCNICO CP- 7338
Especialista en Análisis de suelos,
Cimentación y Geotecnia



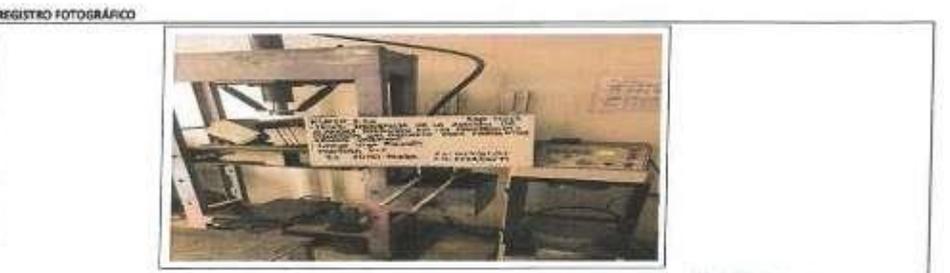
INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

FUNCIÓN DE ENSAYO	F. EMISIÓN	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORIENTADOR
2025-02-14	2025-09-01	V4b	455

SOLICITANTE Echú Ing. Civil Uta Ríos Romo.	PROYECTO * INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS*
UBICACIÓN DEL PROYECTO Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ENSAYOS REALIZADOS ASTM C-78-60 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD Modalidad : Ensayo en laboratorio Mét. muestr. : Aleatorio Especimen : C-01 Muestra : M-1 (2N)	Estado muestra : Húmedo Lugar de muestreo : Laboratorio KLA FER Fecha de muestreo : 2025-01-31 altitud msnm : 3200 Temperatura °C : 17.1 Humedad % : 59

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Condiciones iniciales			
Peso de la muestra	25.5	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	164.3	KN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.3		
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	153	mm
Resultados			
Edad del espécimen	14	días	
Densidad de muestra (Kg/m ³)	2266.67	Kg/m ³	
R= Módulo de rotura (Mpa)	Descartar Resultado	Kg/cm ²	



Nota:
 Recomendaciones:

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA
 Ing. Mónica Perla Durán
 Ingeniera Civil N.º 2226
 Especialista en Materiales de Suelos, Concreto y Geotecnia



INFORME DE CÁLCULO DE MODULO DE ROTURA

F. INICIO DE ENSAYO	F. FIN DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-03-14	2023-03-03	V40	455

SOLICITANTE	PROYECTO
Bach/ Ing. Civil (Laflos Roma)	"INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS"

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ENSAYOS REALIZADOS
Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Single Beam with Third-Point Loading)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	altitud norm : 3200	
Mét. muestra : Aleatorio	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 17.1	
Especimen : C-02	Fecha de muestreo : 2023-01-03	Humedad % : 58	
Muestra : M-2 (290)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			
Condiciones Iniciales			
Peso de la muestra	25.8	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	175.5	kN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.1		
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	225	mm
Resultados			
Edad del espécimen	14	days	
Densidad de muestra (Kg/m3)	2293.33	kg/m3	
R= Módulo de rotura (Mpa)	238.61	kg/cm2	

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Nota:
 Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
 UNIDAD DE INGENIERÍA
 Ing. Marco Vinicio Medina
 457 0019 T. 076 220 000 22000
 Calle Comercio 100, Huancayo, Junín, Perú



INFORME DE CÁLCULO DE MODULO DE ROTURA

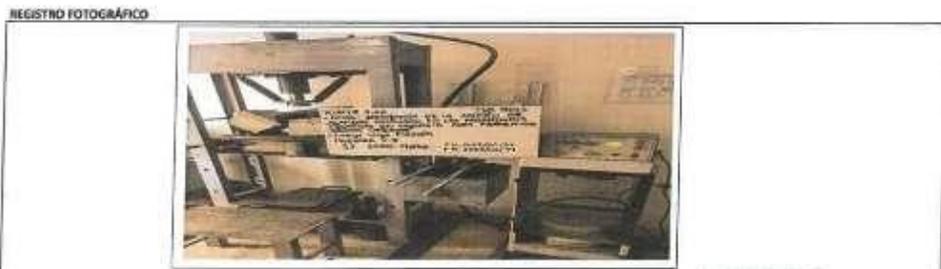
F. INICIO DE ENSAYO	F. EMISIÓN ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTUANDO	DIREN TRAMADO
2023-02-14	2023-02-02	V4p	455

SOLICITANTE	PROYECTO
Bach/Ing. Civil Iba Rios Romo.	* INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS*

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ENSAYOS REALIZADOS
Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	Altitud msnm : 3200	
Mét. muestra : Aleatorio	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 17.1	
Especimen : C-03	Fecha de muestreo : 2023-01-31	Humedad % : 99	
Muestra : M-3 (2%)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			
Condiciones iniciales			
Peso de la muestra	25.76	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máximo carga aplicada	144.9	kN	
l= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.3		
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia mas cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	137 mm	
Resultados			
Edad del espécimen	14	das	
Densidad de muestra (Kg/m3)	2289.78	Kg/m3	
R= Módulo de rotura (Mpa)	Descartar Resultado	Kg/cm2	



Nota:
Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA
ING. FERNANDO PEREZ GARCIA
Ingeniero en Asesoría en Gestión
Gestión y Tecnología



INFORME DE CÁLCULO DE MODULO DE ROTURA

NÚMERO DE ENSAYO	F. ÚNICA DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TITIMAD
2023-02-28	2023-03-02	V4p	455

SOLICITANTE		PROYECTO	
Sach/ Ing. Civil Liza Iltis Romo.		* INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS *	
UBICACIÓN DEL PROYECTO		ENSAYOS REALIZADOS	
Zona : - Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín		ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Single Beams with Third-Point Loading)	
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	Altitud mínim : 3200	
Mét. muestr. : Alastorio	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 16.7	
Especimen : C-04	Fecha de muestreo : 2023-01-02	Humedad % : 63	
Muestra : M-1 (2%)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Condiciones Iniciales			
Peso de la muestra	26.8	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	169.9	kN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen de fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.3		
a = Distancia promedio entre lo línea de la fractura y la distancia mas cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	108	mm
Resultados			
Esfed del espécimen	28	dias	
Densidad de muestra (Kg/m3)	1337.78	kg/m3	
R= Módulo de rotura (Mpa)	Descartar Resultado	kg/cm2	



Nota:
Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Marco Peña Inogas
ASOCIADO INGENIERO
Especialista en Materiales de Construcción
Calle 1000 y Calle 1000



INFORME DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ROTURA

F. ENVÍO DE ENSAYO	F. EMISIÓN DE ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTUACIÓN	ORDEN TRABAJO
2023-02-28	2023-03-01	V4p	455

SOLICITANTE	PROYECTO
Rach/ Ing. Civil Iba Ríos Romo	* INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS *

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ENSAYOS REALIZADOS
Zona : Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín	ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	altitud msnm : 3200	
Mét. muestra : Aleatorio	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 16,7	
Especimen : C-05	Fecha de muestreo : 2023-01-31	Humedad % : 69	
Muestra : M-2 (2%)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.			
Condiciones iniciales			
Peso de la muestra	25.65	Kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	154.9	kN	
l= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d = Altura promedio del espécimen en fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición 8.1, 8.2, 8.3 de ASTM C78	8.1		
a = Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia mas cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	224	mm
Resultados			
Edad del espécimen	28	days	
Densidad de muestra (Kg/m3)	2280.00	Kg/m3	
f _r = Módulo de rotura (Mpa)	210.61	Kg/cm2	



Nota:
 Recomendaciones:

KLAFER SAC
 UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
 AGENTE TÉCNICO CON 70035
 Especialista en Mecánica de Suelos
 Civilista y Geotécnico



INFORME DE CÁLCULO DE MODULO DE ROTURA

F. EJECUCIÓN DE ENSAYO	F. FINISH CIVIL	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	ORDEN TRABAJO
2023-02-20	2023-03-02	V4g	455

SOLICITANTE		PROYECTO	
Sach/ Ing. Civil Uta Rico Ferrn.		* INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE ALAMBRE RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS URBANOS	
UBICACIÓN DEL PROYECTO		ENSAYOS REALIZADOS	
Zona : - Distrito : Huancayo Provincia : Huancayo Depto : Junín Región : Junín		ASTM C-78-00 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)	
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD			
Modalidad : Ensayo en laboratorio	Estado muestra : Húmedo	altitud msnm : 3200	
Mét. muestra : Alcatraz	Lugar de muestreo : Laboratorio KLAFER	Temperatura °C : 16,7	
Especimen : C-06	Fecha de muestreo : 2023-03-01	Humedad % : 63	
Muestra : M-3 (2%)			

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.			
Condiciones Iniciales			
Peso de la muestra	26.4	kg	
largo de la muestra	50	cm	
ancho de la muestra	15	cm	
Alto de la muestra	15	cm	
Datos de ensayo			
P= Máxima carga aplicada	188	kN	
L= Longitud del tramo	450	mm	
b= Ancho promedio del espécimen en fractura	150	mm	
d= Altura promedio del espécimen en fractura	150	mm	
La fractura cumple la condición B.1, B.2, B.3 de ASTM C78	8.3		
a= Distancia promedio entre la línea de la fractura y la distancia más cercana al soporte de la superficie de tensión.	No aplica	188	mm
Resultados			
Edad del espécimen	28	días	
Densidad de muestra (Kg/m ³)	2346.67	kg/m ³	
f= Módulo de rotura (Mpa)	Descartar Resultado	kg/cm ²	

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Nota:
Recomendaciones:

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

ING. MARIO FERRN FERRN
ASESOR TÉCNICO CAP. 1000
Especialista en Materiales de Suelos
Cimentación y Geotecnia

Anexo 06: Panel Fotográfico



Fotografía N° 1 :Vista general de la elaboración de testigos de concreto, con la adición de 0.25% de alambre reciclado.



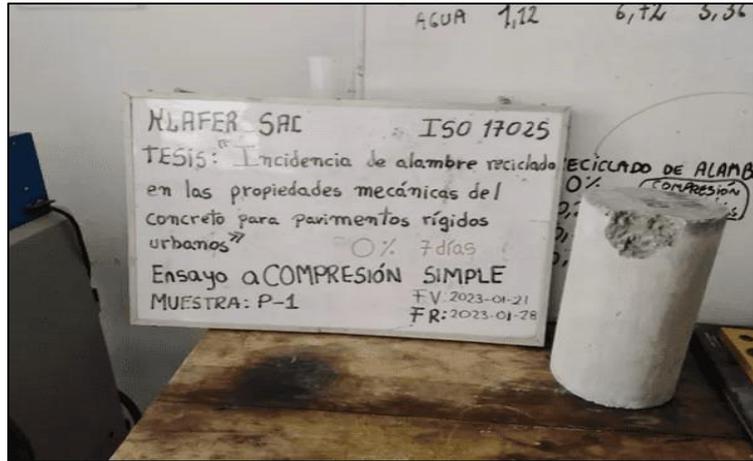
Fotografía N° 2 : Descripción de Probetas.



Fotografía N° 3 : Vista del curado por inmersión de testigos de concreto para el diseño patrón.



Fotografía N° 4 : Ensayo a compresión simple del diseño patrón resultando su carga máxima de 414.6 KN a la edad de 7 días.



Fotografía N° 5 : Vista de la probeta del diseño patrón al ser ensayada a compresión simple es fracturada con Falla tipo 5.



Fotografía N° 6 : Ensayo a compresión simple del diseño patrón resultando su carga máxima de 454.8 KN a la edad de 7 días.



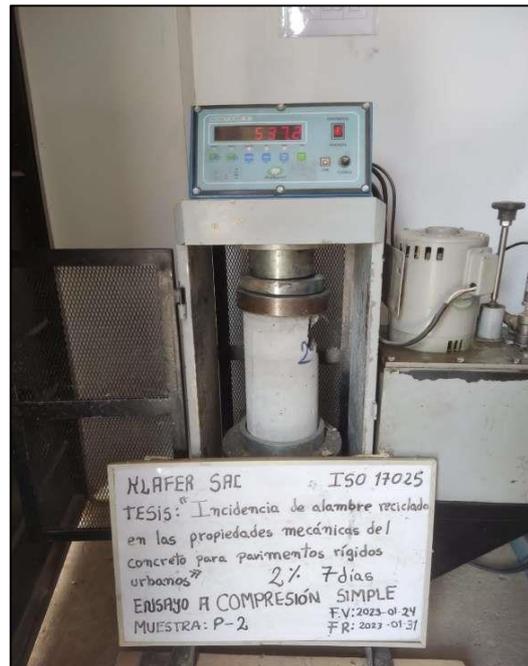
Fotografía N° 7 : Vista de la probeta del diseño patrón al ser ensayada a compresión simple es fracturada con Falla tipo 5.



Fotografía N° 8 : Pozas de curado de testigos de concreto.



Fotografía N° 9 : Elaboración de testigos de concreto, con la adición de 2% de alambre reciclado.



Fotografía N° 10 : Ensayo a compresión simple de la muestra 2 del diseño 2 % resultando su carga máxima de 453.2 KN a la edad de 7 días.



Fotografía N° 11 : Ensayo a compresión simple de la muestra 3 del diseño 2 % resultando su carga máxima de 452.8 KN a la edad de 7 días.



Fotografía N° 12 : Elaboración de testigos de concreto, con la adición de 2% de alambre reciclado; para la edad de 14 días.



Fotografía N° 13 : Vista del curado por inmersión de testigos de concreto del diseño de 2 %



Fotografía N° 14 : Ensayo a compresión simple de la muestra 1 del diseño 2 % resultando su carga máxima de 368.1 KN a la edad de 14 días.



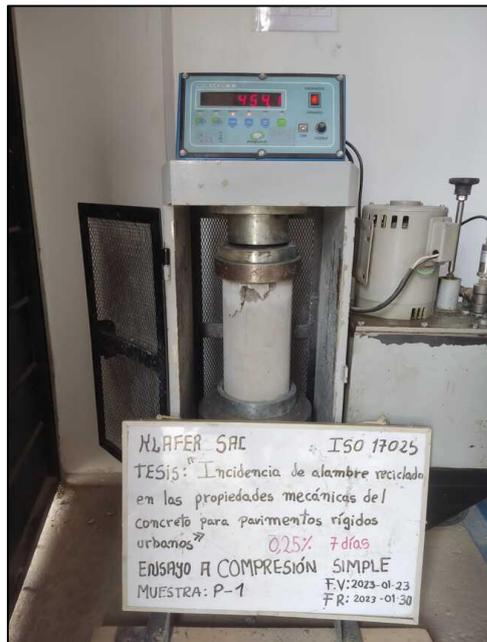
Fotografía N° 15 : Peso de la probeta de diseño 2% a la edad de 14 días.



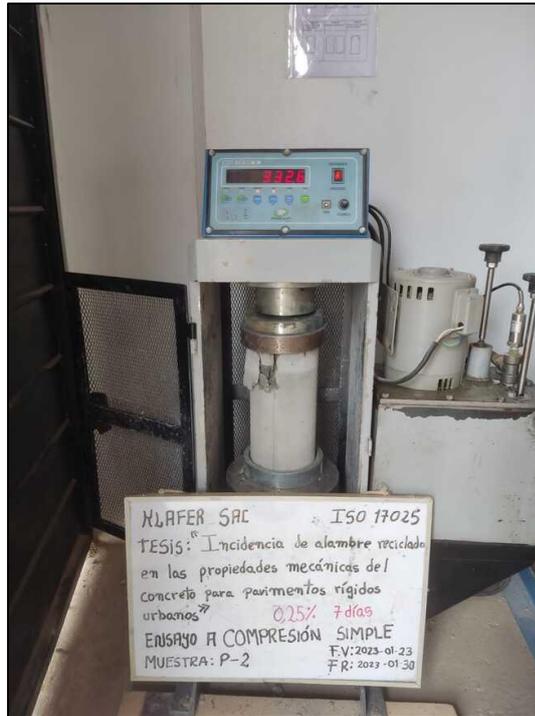
Fotografía N° 16 : Medida de la altura y del diámetro de la probeta diseño 2 % a la edad de 14 días.



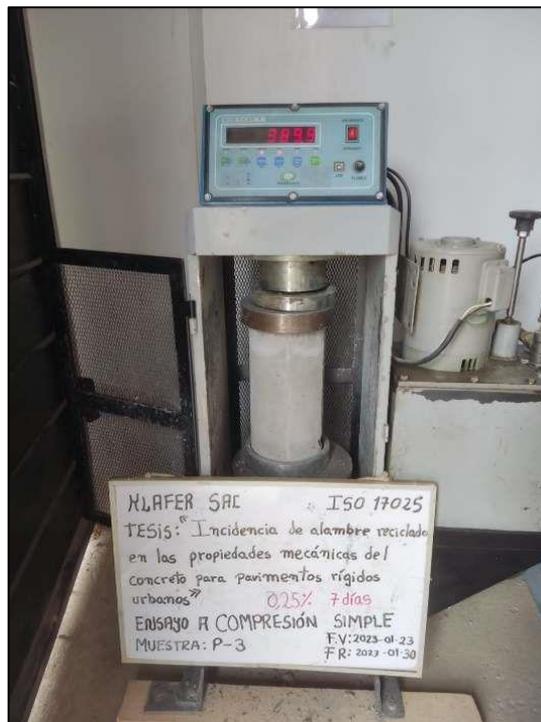
Fotografía N° 17 : Ensayo a compresión simple de la muestra 3 del diseño 2 % resultando su carga máxima de 648.9 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 18 : Ensayo a compresión simple de la muestra 1 del diseño 0.25 % resultando su carga máxima de 454.1 KN a la edad de 7 días.



Fotografía N° 19 : Ensayo a compresión simple de la muestra 2 del diseño 0.25 % resultando su carga máxima de 332.6 KN a la edad de 7 días.



Fotografía N° 20 : Ensayo a compresión simple de la muestra 3 del diseño 0.25 % resultando su carga máxima de 389.9 KN a la edad de 7 días.



Fotografía N° 21: Ensayo a compresión simple de la muestra 1 del diseño 0.25% resultando su carga máxima 560 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 22: Ensayo a compresión simple de la muestra 3 del diseño 0.25% resultando su carga máxima 583.6 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 23: Ensayo a compresión simple de la muestra 1 del diseño patrón resultando su carga máxima 550.1 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 24: Ensayo a compresión simple de la muestra 2 del diseño patrón resultando su carga máxima 459.2 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 25: Ensayo a la flexión de la viga 1 del diseño patrón a la edad de 14 días.

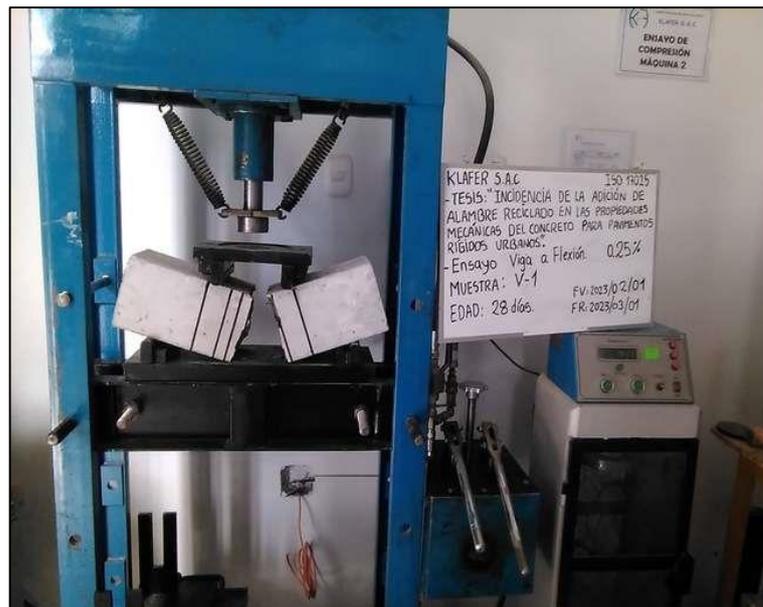
Fotografía N° 27:



Fotografía N° 26: Ensayo a la flexión de la viga 2 del diseño patrón, resultando su máxima carga aplicada 130.2 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 27: Ensayo a la flexión de la viga 3 del diseño patrón, resultando su máxima carga aplicada 146.3 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 28: Vigas del diseño de 0.25 % para el ensayo a la flexión.



Fotografía N° 29: Ensayo a la flexión de la viga 2 del diseño 0.25 %, resultando su máxima carga aplicada 173.2 KN a la edad de 28 días.



Fotografía N° 30: Ensayo a la flexión de la viga 3 del diseño 0.25 %, resultando su máxima carga aplicada 136.9 KN a la edad de 28 días.



Fotografía N° 31: Ensayo a la flexión de la viga 1 del diseño 2%, resultando su máxima carga aplicada 164.3 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 32: Ensayo a la flexión de la viga 1 del diseño 2 %, resultando su máxima carga aplicada 164.3 KN a la edad de 28 días.



Fotografía N° 33: Ensayo a la flexión de la viga 2 del diseño 2 %, resultando su máxima carga aplicada 175.5 KN a la edad de 28 días.



Fotografía N° 34: Ensayo a tracción indirecta de la muestra 1 del diseño patrón, resultando su carga máxima de 145.9 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 35: Toma de medidas de la probeta 2 y 3 de diseño patrón, a edad de 14 días.



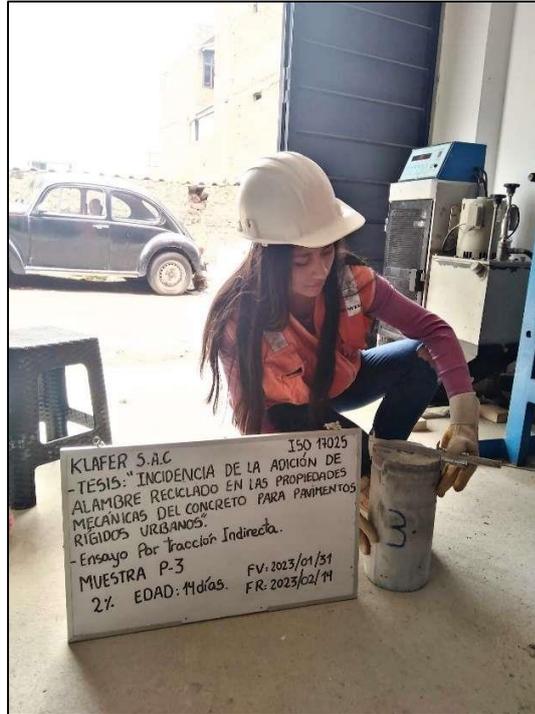
Fotografía N° 36: Ensayo a tracción indirecta de la muestra 2 del diseño patrón, resultando su carga máxima de 166.9 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 37: Ensayo a tracción indirecta de la muestra 3 del diseño patrón, resultando su carga máxima de 172.8 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 38: Ensayo a tracción indirecta de la muestra 3 del diseño 0.24%, resultando su carga máxima de 193.6 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 39: Ensayo a tracción indirecta de la probeta 3 del diseño 2%, resultando su carga máxima de 156.9 KN a la edad de 14 días.



Fotografía N° 40: Ensayo a compresión simple de la probeta 1 del diseño patrón resultando su carga máxima de 557.5 KN a la edad de 28 días.



Fotografía N° 41: Ensayo a compresión simple de la probeta 2 del diseño patrón resultando su carga máxima de 629.2 KN a la edad de 28 días.



Fotografía N° 42: Ensayo a compresión simple de la probeta 3 del diseño patrón resultando su carga máxima de 629 KN a la edad de 28 días.