



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Uso de Adoquín Reforzado con Alambre N°8 para el mejoramiento de la
resistencia a la compresión en pavimentos semirrígidos

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Galindo Huachaca, Henry Edwin
ORCID: 0009-0002-1295-244X

Hall Burger, Stuart
ORCID: 0009-0006-4975-5131

ASESOR

Huaman Guerrero, Nestor Wilfredo
ORCID: 0000-0002-7722-8711

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos de los autores

Galindo Huachaca, Henry Edwin

DNI: 45558493

Hall Burger, Stuart

DNI: 73254682

Datos de asesor

Huaman Guerrero, Nestor Wilfredo

DNI: 10281360

Datos del jurado

JURADO 1

Davila Fernandez, Susana Irene

DNI: 09147106

ORCID: 0000-0002-6949-1317

JURADO 2

Arevalo Lay, Victor Eleuterio

DNI: 04434662

ORCID: 0000-0002-2518-8201

JURADO 3

Tamara Rodriguez, Joaquin Samuel

DNI: 31615059

ORCID: 0000-0002-4568-9759

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Henry Edwin Galindo Huachaca, con código de estudiante N° 201221201, con DNI N° 45558493, con domicilio en Asent. H. Santa María Mz. H1 Lt. 1, distrito de Ate, provincia y departamento de Lima, y Stuart Hall Burger, con código de estudiante N° 201312427, con DNI N° 73254682, con domicilio en U.N.A.P. 135, distrito Pueblo Libre, provincia y departamento de Lima, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

La presente tesis titulada: “Uso de Adoquín Reforzado con Alambre N°8 para el mejoramiento de la resistencia a la compresión en pavimentos semirrígidos” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Nestor Wilfredo Huaman Guerrero, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 22% de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 30 de noviembre de 2023



Henry Edwin Galindo Huachaca

DNI N° 45558493



Stuart Hall Burger

DNI N° 73254682

INFORME DE ORIGINALIDAD-TURNITIN

Uso de Adoquín Reforzado con Alambre N°8 para el mejoramiento de la resistencia a la compresión en pavimentos semirrígidos

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	3%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
5	vdocument.in Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	cuadernos.info Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Dra. Vargas Chang Esther Joni

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a toda mi familia por su apoyo y en especial a mi tía Dina por sus consejos en mi vida académica.

Galindo Huachaca, Henry Edwin

Dedico a esta tesis a mi familia y amigos que me apoyaron y en especial a mi abuela Fina que es paz descanse.

Hall Burger, Stuart

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Ricardo Palma y sus docentes, que nos cultivaron enseñanzas y principios. A nuestro asesor de tesis, Mg. Sc. Ing. Néstor Huamán Guerrero y al Ing. Joaquín Tamara Rodríguez por brindarnos sus experiencias y orientarnos a conseguir nuestras metas.

Galindo Huachaca, Henry Edwin

Hall Burger, Stuart

ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD–TURNITIN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Formulación y delimitación del problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problema específico.....	4
1.2.3 Importancia y justificación	4
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivo específico	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Marco Histórico	7
2.2 Antecedentes de la investigación	9
2.2.1 Antecedente nacional.....	9
2.2.2 Antecedente internacional.....	10
2.3 Clasificación de carreteras	11
2.3.1 Clasificación por demanda.....	11
2.4 Pavimento	15
2.5 Tipos de pavimento.....	15
2.5.1 Pavimento Rígido	15
2.5.2 Pavimento Flexible	16
2.5.3 Pavimento Semirrígido (con adoquín de concreto)	18
2.6 Diseño de pavimento semirrígido	18

2.6.1 Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento Sección: Suelos y Pavimentos.....	18
2.6.2 Tipos de Adoquín.....	20
2.7 Diseño de mezcla de concreto para adoquín.....	23
2.7.1 Concreto reforzado	23
2.7.2 Cemento Portland	24
2.7.3 Agua.....	25
2.7.4 Agregados	25
2.7.5 Adición, aditivo y fibra.....	28
2.7.6 Alambre N°8 como fibra.....	28
2.8 Ensayos al adoquín	29
2.8.1 Control de dimensiones	29
2.8.2 Resistencia a la compresión	29
2.8.3 Absorción de agua	30
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS.....	31
3.1 Hipótesis General.....	31
3.2 Hipótesis Específicas	31
3.2.1. Hipótesis 1	31
3.2.2 Hipótesis 2	31
3.3 Variables	31
3.3.1 Variable independiente	31
3.3.2 Variable dependiente	31
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	32
4.1 Tipo y Método de la Investigación	32
4.1.1 Método.....	32
4.1.2 Tipo de investigación.....	33
4.1.3 Nivel de investigación	33
4.1.4 Diseño de investigación	33
4.2 Población de estudio	33
4.3 Diseño muestral	33
4.4 Relación de las variables.....	34
4.4.1 Identificación de variables	34
4.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	36
4.6 Procedimientos para recolección de datos	36
CAPITULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	37

5.1 Recolección de datos	37
5.1.1 Granulometría	37
5.1.2 Tipo de cemento.....	40
5.1.3 Agua.....	41
5.1.4 Alambre N°8.....	41
5.2 Procesamiento	43
5.2.1 Datos necesarios:	43
5.2.2 Diseño de concreto.....	46
5.3 Resultados.....	54
5.3.1 Compresión del adoquín convencional.....	56
5.3.2 Compresión del adoquín con 3% de alambre N°8.....	56
5.3.3 Compresión del adoquín con 5% de alambre N°8.....	56
5.3.4 Compresión del adoquín con 7% de alambre N°8.....	56
5.4 Análisis de resultados	56
5.4.1 Comparación de la compresión del adoquín convencional y adoquines reforzados	56
5.5 Contrastación de hipótesis	59
5.5.1 Verificación de la Hipótesis.....	59
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	64
Anexo A: Agregado grueso	64
Anexo B: Agregado fino.....	69
Anexo C: Presupuesto para la elaboración de la investigación	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de Espesores Mínimos de Adoquín	4
Tabla 2: Caracterización de los métodos de diseño	8
Tabla 3: Tabla de porcentajes para afirmado	17
Tabla 4: Espesor nominal y resistencia a la compresión	22
Tabla 5: Requerimiento de granulometría para agregado fino	26
Tabla 6: Porcentaje que pasa por los tamices normalizados.....	27
Tabla 7: Matriz operacional.....	35
Tabla 8: Granulometría.....	37
Tabla 9: Granulometría.....	38
Tabla 10: Peso Unitario Compactado del agregado grueso	43
Tabla 11: Peso Unitario Compactado del agregado fino	44
Tabla 12: Ensayo de porcentaje de humedad del agregado grueso	45
Tabla 13: Ensayo de porcentaje de humedad del agregado fino.....	45
Tabla 14: Porcentaje de absorción del agregado grueso.....	46
Tabla 15: Porcentaje de absorción del agregado fino	46
Tabla 16: Resistencia a la compresión promedio del Método ACI.....	47
Tabla 17: Agua recomendada para los TMN del AG y asentamientos	47
Tabla 18: Relación de agua-cemento por resistencia.....	48
Tabla 19: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	49
Tabla 20: Volumen de materiales de la mezcla de concreto.....	50
Tabla 21: Corrección de humedad	50
Tabla 22: Pesos de materiales para 1 m ³ de concreto	51
Tabla 23: Porcentaje de alambre para cada tanda.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Autopista de primera clase	12
Figura 2: Autopista de segunda clase	12
Figura 3: Carretera de primera clase	13
Figura 4: Carretera de segunda clase	14
Figura 5: Carretera de tercera clase	14
Figura 6: Trocha carrozable	15
Figura 7: Pavimento rígido	16
Figura 8: Pavimento flexible.....	16
Figura 9: Pavimento semirrígido	18
Figura 10: Martillos proyectados con adoquín de color rojo.....	20
Figura 11: Calle proyectada con pavimento semirrígido.....	21
Figura 12: Calle de tránsito pesado proyectado con pavimento semirrígido.....	22
Figura 13: Adoquines de diversos tamaños	23
Figura 14: Composición Química del Cemento Portland.....	24
Figura 15: Agregados finos y gruesos	27
Figura 16: Límites de composición química para el acero al carbono	28
Figura 17: Curva granulométrica.....	38
Figura 18: Curva granulométrica.....	39
Figura 19: Cantera Gloria Huaycán-Ate.....	39
Figura 20: Ensayo de granulometría.....	40
Figura 21: Bolsa de cemento sol tipo I	41
Figura 22: Alambre N°8	42
Figura 23: Alambre N°8 cortados en 1 ½ pulgadas.....	42
Figura 24: Peso del material granular en balanza	44
Figura 25: Fibra de alambre N°8 para la 4 tanda 7% del peso	52
Figura 26: Vaciado del concreto en los moldes de adoquín 10x10x20 cm	52
Figura 27: Desencofrado de adoquines.....	53
Figura 28: Vaciado de adoquines con 3% y 7% de alambre N°8.....	53
Figura 29: Slump de 17 cm del diseño de mezcla obtenido	54
Figura 30: Laboratorio de Concreto de la Universidad Ricardo Palma.....	55
Figura 31: Ensayo de compresión.....	55
Figura 32: Comparación a los 7 días	57

Figura 33: Comparación a los 14 días	57
Figura 34: Comparación a los 28 días	58

RESUMEN

En esta investigación realizada en este presente trabajo sobre “USO DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N°8 PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PAVIMENTOS SEMIRRIGIDOS” tuvo como objetivo en demostrar que con el uso de alambre N°8 mejoró de manera eficiente la resistencia a compresión del adoquín de concreto.

El tipo de investigación que se realizó fue de tipo experimental aplicada, por lo tanto, se realizaron pruebas de ensayos para demostrar el mejoramiento del adoquín con el uso del alambre N°8 como refuerzo.

Se diseñó los adoquines con dimensiones de 10x20x10cm y con un reforzamiento de 3%, 5% y 7% donde se vio el cómo aumentó su resistencia compresión.

Como resultado en los ensayos de comprobó que los adoquines reforzados con el alambre N°8 al 5% tuvo una resistencia de 382.33kg/cm², es óptimo para mejorar y aumentar la resistencia a la compresión de los adoquines para su uso como pavimento semirrígido.

Palabras clave: Adoquines, refuerzo, alambre, resistencia a compresión.

ABSTRACT

In this research carried out in this present work on “USE OF PAVER REINFORCED WITH WIRE N°8 FOR THE IMPROVEMENT OF COMPRESSION RESISTANCE IN SEMI-RIGID PAVEMENTS” the objective was to demonstrate that with the use of wire N°8 the resistance was efficiently improved. compression of the concrete paver.

The type of research that was carried out was of an applied experimental type, therefore test tests were carried out to demonstrate the improvement of the paving stone with the use of No. 8 wire as reinforcement.

The pavers were designed with dimensions of 10x20x10cm and with a reinforcement of 3%, 5% and 7% where their compression resistance was seen to increase.

As a result, the tests confirmed that the pavers reinforced with 5% N°8 wire had a resistance of 382.33kg/cm², which is optimal to improve and increase the compression resistance of the pavers for use as semi-rigid pavement.

Keywords: Pavers, reinforcement, wire, compression resistance.

INTRODUCCIÓN

En Lima se desarrollan expedientes técnicos para calles en zonas urbanas, de pavimentos flexibles, rígidos y algunos semirrígidos, los cuales siguen normas y manuales peruanos, al momento de diseñar un pavimento semirrígido se hace un estudio previo del suelo y la transitabilidad, donde el Manual de Carreteras – Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos del año 2014 señala el uso de tres tipos de adoquines de uso peatonal, tránsito vehicular ligero y pesado, desde 40 mm de espesor a más.

En las obras de pavimentación de zonas urbanas ven una opción más rentable la colocación de pavimentos semirrígidos, mejor cuando la transitabilidad no requiere de mucho esfuerzo a la compresión, sin embargo, al diseñar la norma te indica el uso de adoquines de hasta 10 cm de espesor a más para tránsito vehicular liviano a pesado, la experiencia de algunas concreteras de Lima indica que esos tipos de adoquines no son bien visto en obras debido a que no soportan y fallan al tránsito.

El alambre N°8 o conocido como ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°08 con nombre técnica ALAMBRE NEGRO DE ACERO AL CARBONO RECOCIDO N°08 CON DIAMÉTRO NOMINAL 4,2 mm. teniendo en su composición química carbono como máximo 10% según la tabla 3 del ASTM A510 indicado en la Norma Técnica Peruana 339.204 Especificación normalizada del concreto reforzado con fibra, que se toma como referencia, al tipo de fibras de acero al carbono, es un material que tiene una resistencia a la tracción de 37 Kg/mm² promedio y de uso de amarre albañil, fácil de maniobrar y de conseguir, cortado en 1,5 pulgada y colocado como fibra para el diseño de concreto para adoquín mejora su resistencia a la compresión.

El uso del alambre N°8 como fibra no es una investigación muy conocida y de poca información, esta investigación realiza un trabajo novedoso al darle uso a un material muy convencional con el fin de aumentar la resistencia del adoquín a la compresión.

En la Norma Técnica Peruana 399.611 Unidades de Albañilería - Adoquines de concreto para pavimentos - Requisitos nos indica los materiales que se deben usar para la fabricación del adoquín, y con el Método de diseño ACI 211 el cual contiene tablas las cuales fueron facilitadas por la Universidad Ricardo Palma, el diseño de concreto se llevó en un laboratorio particular y los ensayos de compresión se realizaron según Norma Técnica Peruana 399.611 el cual nos indica el uso de la Norma Técnica Peruana 399.604 Unidades de Albañilería – Método de muestro y ensayo de unidades de albañilería de

concreto, el cual nos indican cómo realizar el ensayo de resistencia a la compresión, ensayos que se realizaron en el laboratorio de concreto de la Universidad Ricardo Palma con ayuda del técnico en oficio de la misma.

Al aumentar un porcentaje de 3% alambre N°8 al adoquín hace que su resistencia disminuya, pero al aumentar en 5 % de alambre N°8 hace que el adoquín aumente su resistencia a la compresión y lo sorprendente es al final cuando se aumenta hasta un 7% de alambre N°8 en vez de aumentar hace que disminuya, algo que no se esperaba como resultado en esta investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Existen tres tipos de pavimentos más construidos en Lima; pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y por último pavimentos semirrígidos, sin embargo, el mayor porcentaje de uso es el pavimento flexible, la construcción del pavimento semirrígido es más económico que la construcción del pavimento rígido y más flexible que el semirrígido.

Los pavimentos semirrígidos tienen cualidades de pavimentos flexible y pavimentos rígidos, debido que combina la resistencia del rígido y flexibilidad del flexible, usado para tráfico medio en su mayoría, es aquí el punto del problema, no es usado para tráfico alto o vehículos pesados.

Los adoquines para el uso de pavimentos semirrígidos son diseñados con dimensiones de 10x20x6 cm o 10x20x8 cm, sin embargo, para la NORMA TECNICA PERUANA 399.611 del 2017 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos, nos indica que se puede realizar los pavimentos de hasta 10 cm de espesor a más.

En el año 2021 se realizó una adjudicación simplificada para la Obra: “Creación del Servicio de movilidad urbana a través de pistas y veredas en la Calle Rabindranath Tagore y en los Pasajes José María Eguren, Cesar Vallejo, José Santos Chocano, Abraham Valdelomar, Ciro Alegría, Ricardo Palma y Manuel Gonzales Prada, de la Asociación Civil Rabindranath Tagore, Zona 03, Sub Zona 02, Asociación Civil Rabindranath Tagore del Distrito de Ate-Provincia de Lima-Departamento De Lima con Código de Inversión N°2476210” y fue ejecutado el mismo año, el cual en una de sus partidas 06.01.04 Piso de Adoquines de Concreto 10x20x10 cm indica la colocación de adoquines en los pasajes interiores para tránsito vehicular, al realizar una cotización no se logró encontrar algún proveedor quien pueda brindar los productos con las dimensiones solicitadas del expediente técnico, mediante un correo de la ejecutora de ventas Karina Villacorta de la empresa Unicon indica que la empresa no produce adoquines con esas dimensiones por malas experiencias debido que no llegaba a la resistencia y tolerancias exigidas en la norma.

Cabe mencionar que por dicho problema se realizó un deductivo y adicional de obra, cambiando el adoquín de 10.00 cm de espesor por adoquines de 8.00 cm. Lo cual trajo

perjuicios al contratista por el cronograma y generando más gastos generales, cabe mencionar también que se realizó un nuevo diseño de pavimento semirrígido.

Para un proyectista cuando diseña un pavimento con el Manual de Carreteras nos recomienda usar la tabla 1.

Tabla 1

Valores de Espesores Mínimos de Adoquín

Ejes Equivalentes Acumulados		Capa Superficial (Mm)	Cama De Arena (Mm)
$\leq 150,000$		60	40
150,001	7,500,000	80	40
7,500,001	15,000,000	100	40

Nota. Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos – 2014 Cuadro 13-8.

1.2 Formulación y delimitación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida el uso de adoquín reforzado con alambre n°8 mejorará la resistencia a la compresión en pavimentos semirrígidos?

1.2.2 Problema específico

- ¿Cómo el alambre n°8 en porcentaje de peso aumentará la resistencia a la compresión al adoquín de concreto hidráulico para pavimento semirrígido?
- ¿Qué porcentaje de alambre n°8 es el óptimo para el aumento de la resistencia a la compresión del adoquín de concreto hidráulico en pavimento semirrígido?

1.2.3 Importancia y justificación

a. Importancia del estudio

La importancia del presente estudio gira en torno a dar mayor resistencia a la compresión para adoquines de 10 cm de espesor reforzados con alambre n°8 con el fin de darle más uso en las carpetas de pavimentos semirrígidos construidos en calles, jirones o avenidas de tráfico de vehículos pesados.

La conservación de pavimentos semirrígidos es más rentable que la conservación de los pavimentos rígidos y flexibles, es más ecológico que el pavimento flexible e incluso más

rentable que el pavimento rígido al ejecutarse su conservación, por otra parte, en Lima por ubicarse en zona desierta tiene la ventaja de que no tiene muchas precipitaciones a comparación de la sierra peruana, es una ventaja más en la construcción de pavimentos semirrígidos.

Al diseñar pavimentos semirrígidos la Norma Técnica Peruana 399.611 del 2017, te recomienda los espesores de 10.00 cm a más para tránsito de vehículos pesados, cuando se concluye el diseño para adoquines de 10.00 cm de espesor se dan la sorpresa de no encontrar en el mercado este tipo de adoquín, lo que genera un cambio de diseño y no poco importante los gastos.

Por lo tanto, el presente estudio dará la confiabilidad de usar más adoquines con espesores de 10 cm para construcciones de pavimentos semirrígidos y no generando gastos adicionales en el cambio de diseño.

Se realiza el agregado del alambre n°8 con porcentajes de porcentajes diferentes para un diseño de mezcla de 1 m³ al diseño de mezcla, el agregado del alambre n°8 se hará de porcentajes diferentes para encontrar el adecuado para aumentar el esfuerzo a compresión.

b. Justificación del estudio

El estudio presentara la creación de un adoquín reforzado, podría decirse de un nuevo tipo de adoquín, debido a que no se encuentra temas de estudios similares, pero sí estudios que servirán de guía.

Los métodos, diseño, cálculos y resultados que hacen que el adoquín aumente su resistencia a la compresión con alambre n°8, generara la confianza de utilizar adoquines con 10.00 cm de espesor en los diseños de pavimentos semirrígidos.

Los porcentajes de agregar alambre N°8 para el reforzamiento del adoquín a su resistencia a la compresión generará Las formas de agregar el alambre n°8 para el reforzamiento del adoquín para mejorar su resistencia a la compresión generará menores costos a comparación de mejorar con otros productos como por ejemplo fibra de acero y fibras de vidrio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar el uso de adoquín reforzado con alambre n°8 para el aumento de la resistencia a la compresión en pavimentos semirrígidos, utilizando el diseño de mezcla hidráulico ACI 211 y porcentajes de 3%, 5% y 7% de alambre n°8.

1.3.2 Objetivo específico

a. Objetivo específico 1

Determinar el aumento de la resistencia a la compresión del adoquín de 10 cm de espesor reforzado con alambre n°8 cortado en 1.5 pulgadas en pavimentos semirrígidos con el ensayo de la resistencia a la compresión según Norma Técnica Peruana 399.604.

b. Objetivo específico 2

Determinar el porcentaje adecuado entre 3%, 5% y 7% de alambre n°8 en el adoquín reforzado para aumentar su resistencia a la compresión en el uso de pavimentos semirrígidos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Histórico

Históricamente, del árabe clásico dukkan (banco de madera o de piedra), se derivó el término addukkán o addukkí, árabe hispánico, y de este provino en la actualidad la palabra adoquín.

En el imperio romano se crearon las primeras carreteras como la Vía Apia en el año 312 a. C. por el cónsul Apio Claudio Ciego, estos caminos existen hasta el día de hoy. En América en la Península de Yucatán tenemos los Caminos Blancos y se piensa que se construyó en el año 600 d. C. por la princesa K'awiil Ajaw de Cobá, a finales del siglo XIX con el invento del automóvil, todos los caminos antiguos sufrieron cambios en su estructura y geometría.

La palabra "pavimento" se utiliza ocasionalmente para describir un conjunto de capas de materiales granulares o de otro tipo, seleccionadas con precisión, que actúan como superficie de apoyo para el crecimiento rápido y cómodo del tráfico. Estas capas asumen y soportan la carga del tráfico, y la distribuyen eficazmente a medida que la transportan a los niveles inferiores.

En 1980, Australia realizó un método de diseño el cual utiliza curvas calibradas. Teniendo cinco niveles de circulación vehicular y dos niveles para la circulación industrial, teniendo el valor del CBR de la subrasante y el nivel de tránsito de diseño, se puede encontrar el espesor de la base granular.

En Japón en el año 1984, se adoptó el diseño de pavimentos flexibles para diseño de pavimentos de adoquín, teniendo el coeficiente de resistencia relativa de la carpeta de adoquín. Donde para hallar el espesor total del pavimento está en función del CBR de la subrasante.

Similar al diseño de Japón, Estados Unidos en 1990 asume el comportamiento del pavimento con adoquín como si fuera pavimento flexible, utilizando la serviciabilidad inicial y final, a su vez considera el aporte de la cama de arena con el adoquín.

Para el año 2001 en Reino Unido se realizó un método de diseño el cual incluye tabuladores de los espesores de las capas de la estructura del pavimento en función a la demanda y el CBR. Este método tiene en cuenta las bases mezcladas con cemento.

Considerando el pavimento de adoquín que tiene varias capas elásticas, en la India en el año 2006 se realizó un método de diseño donde cada capa tiene su módulo de elasticidad y de poisson como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2*Caracterización de los métodos de diseño*

Método	Estructuración			Tránsito (EEA)x10 ⁶	Criterio de diseño
	Espesor del adoquín (mm)	Base	Subbase		
Australia	60, 75, 80 y 100	Granular	Sin subbase	<4,5	Sin información
Japón	60, 80, 100	Granular Tratada con cemento Tratada con asfalto	Granular Tratada con cemento	Sin información	Ahuellamiento <3,5 cm
Estados Unidos	80 y 100	Granular Tratada con cemento Tratada con asfalto	Granular Tratada con cemento Tratada con asfalto	Máxima solicitud según AASHTO 1986	Serviciabilidad final de 2,5
Reino Unido	50, 60, 65 y 80	Granular Tratada con cemento Tratada con asfalto	Granular Tratada con cemento	0,5-12	Deformación de la subrasante
India	80	Granular	Granular	2,0	Deformación admisible de la subrasante

Nota. Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón – Rodrigo Bahamondes

En Perú, el MTC en su Manual, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos, como también la Norma Técnica CE. 010 Pavimentos Urbanos, tiene normas para el diseño de pavimento semirrígido con adoquín el cual se basa en las guía de “Diseño de Estructuras de Pavimentos de Bloques de Hormigón” de Rada, G. R. y de la “Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento” de la AASHTO 1993.

Recientemente, en Perú se han desarrollado adoquines utilizando diversos materiales para aumentar su resistencia a la compresión. Un diseño de adoquín, por ejemplo, se construyó con fibras de acero, aumentando la resistencia de 519 kg/cm² a 640 kg/cm² después de 28 días con 20% de fibra, y otro con fibra de vidrio, aumentando la resistencia a la compresión de 350,25 kg/cm² a 380 kg/cm² con 0,2% de fibra de vidrio.

Existe la Norma Técnica Peruana 339.204 del 2016 CONCRETO: Especificación Estandarizada del Concreto Reforzado con Fibras, indicando su desempeño mecánico a tracción debe ser mínimo de 50000 psi o 345 MPa, y en la Ficha Técnica Aprobada de Perú Compras nos indica las especificaciones técnicas del Alambre n°8 que tiene una resistencia a tracción de 55471 psi o 382 Mpa.

2.2 Antecedentes de la investigación

Entre los antecedentes de esta investigación existen estos siguientes estudios nacionales e internacionales.

2.2.1 Antecedente nacional

Walter J. Tacuri Vargas y Santos P. Neyra Taco (2019), en su estudio determinaron que la mejor forma para mejorar considerablemente en su durabilidad y resistencia hasta en 640 kg/cm² era el diseño de pavimento con fibra de acero. En las avenidas César Vallejo y Villa el Salvador, durante el 2019, se mejoró el flujo de vehículos por día, por lo que la fluidez vehicular mejoró ya que su conservación permitió su buen tránsito.

Yaranga Ramos Paola Yolanda (2022); en su estudio pudo comprobar que cumplían con los estándares de la Norma Técnica Peruana 399.611 y del Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas 339.124, concluyendo que el uso de adoquines de fibra de vidrio era mejor para un pavimento con tráfico fluido, disminuyendo el costo de reemplazo del pavimento rígido. Los adoquines de fibra de vidrio aumentaron sus propiedades mecánicas, consiguiendo una mayor resistencia con un porcentaje del 0,24% de la cantidad de cemento, por lo que 100 gr de fibra de vidrio serían sustituidos por un

saco de cemento. También se comparó el coste por superficie del pavimento rígido con el pavimento de adoquines reforzados, y los adoquines resultaron más rentables.

Cachi Molina Christian y Espinoza Ros Ernye (2019) concluyeron que la inclusión de fibra afectó exitosamente su resistencia en el hormigón, estando dentro de los parámetros según la norma ACI 211.1, en su investigación sobre adoquines. Se descubrió que cuando se agregó 5% de fibra al volumen del adoquín en las pruebas térmicas, se alcanzó un resultado eficiente debido a que absorbe más calor, por lo tanto, la fibra se convirtió en un material resistente y aislante térmico.

Alva Bercera David en su trabajo precisó que la implementación de la geocelda llamada Diamond Grid condiciona en la carpeta, debido a que da una mayor resistencia a la compresión y un alto rendimiento por m² al día (2021, p. 128). Lamentablemente se descubrió que al emplear la geocelda Diamond Grid genera un costo muy alto y desfavorable, a comparación del empleo de adoquines, pero existe una diferencia de costo del 40 % con respecto al mantenimiento que resulta ser más económico. En los ensayos a compresión se determinó que con el espécimen Diamond Grid rellena con concreto de 280kg/cm² aumentó a 702.5 kg/cm² para el adoquín tipo I, el adoquín de tipo II fue de 348 kg/cm² y del tipo III de 603.3kg/cm², por lo que sus resultados superaron la resistencia específica dictadas en la norma.

Luisa C. Bruga y Frans R. Romero (2019), en el siguiente estudio se realizó diseño de mezcla donde se le añadió fibras de coco de 2%, 3% y 5% del volumen donde influyó al concreto hallándose en los rangos precisados en la norma ACI 211.1. El adoquín con la fibra de coco se sometió a prueba de resistencia a compresión mediante roturas y aumentó la resistencia en un 26% del adoquín convencional.

2.2.2 Antecedente internacional

Martínez Mayancela Joffre Rene (2016), en este estudio se realizó 3 tipos de adoquines con fibra, en los cuales los adoquines con fibra de vidrio presentaron una elevada resistencia a compresión, esta era de 380,48kg/cm², llegando a los 28 días. Con el polipropileno en fibra incrementa su resistencia en un 22% debido a su rugosidad que posee la fibra. Y con la estopa de coco su resistencia incrementa en un 13% y por ser una fibra natural el incremento de su resistencia es menor a la de fibra sintética.

Chiza de Laslusia Vctor Alfonso y Doris Alexandra Andrade Sandoval demostraron que la aplicación de adoquines de fibra de caucho no cumple con las especificaciones de la norma NTE INEN 3040 2016-04 para ensayos de tracción indirecta. En el ensayo de

desgaste, tanto la mezcla estándar como la fibra de caucho alcanzaron el desgaste máximo de 20000 mm³/5000 mm². La alta compactación, la mala compactación de los componentes de la mezcla y el aire atrapado en la mezcla también se descubrieron como desventajas de los adoquines de fibra de caucho (2022, p. 124).

Lara Cano Eduardo (1984), en este estudio explica sobre la efectividad del pavimento de adoquín como una alternativa de mejorar el aspecto urbano de ciudades dándoles durabilidad y belleza. Y se recomiendan el uso de adoquín articulado ya que evita los desplazamientos verticales entre adoquines dando uniformidad.

Aysabucha Yucailla Katherin Liliana (2020), en el estudio se realiza diferentes ensayos en la cual se obtuvo diferentes adoquines de distintas alturas y obtuvieron resistencias a la compresión de 70.12kg/cm² para el 8cm, 97.19kg/cm² de 7 cm y 106.95kg/cm² de 6cm, dando como conclusión que a menor altura se obtiene mayor resistencia y también cuando se utiliza agregados reciclados.

Estos antecedentes nos sirvieron con el fin de recopilar información y que se utilizará como referencia para nuestro tema de investigación.

2.3 Clasificación de carreteras

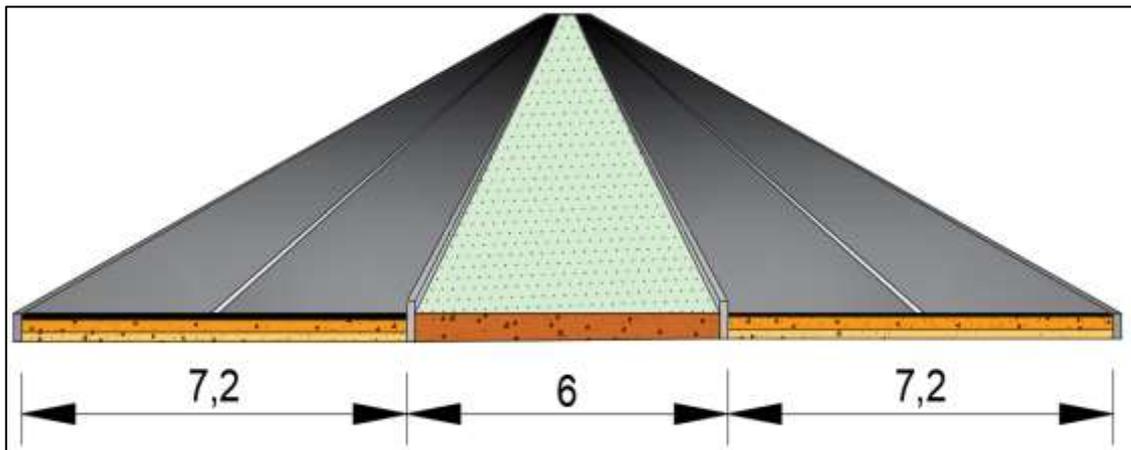
2.3.1 Clasificación por demanda

a. Autopista de primera clase

Según el Manual de Carretera Diseño Geométrico “son las que tienen un Índice Medio Diario Anual mayor a los 6000 veh/día, con una calzada dividida en el centro por un separador mínimo de 6.00 m, sus calzadas deben tener como mínimo 2 carriles de 3,60 m o más como se ve en la figura 1. Con libre acceso de ingreso y salidas que proporciona flujos vehiculares continuos, sin cruces vehiculares y con puentes para tránsito de personas en áreas urbanas. La pista debe ser construida con pavimento” (2014, p. 12).

Figura 1

Autopista de primera clase



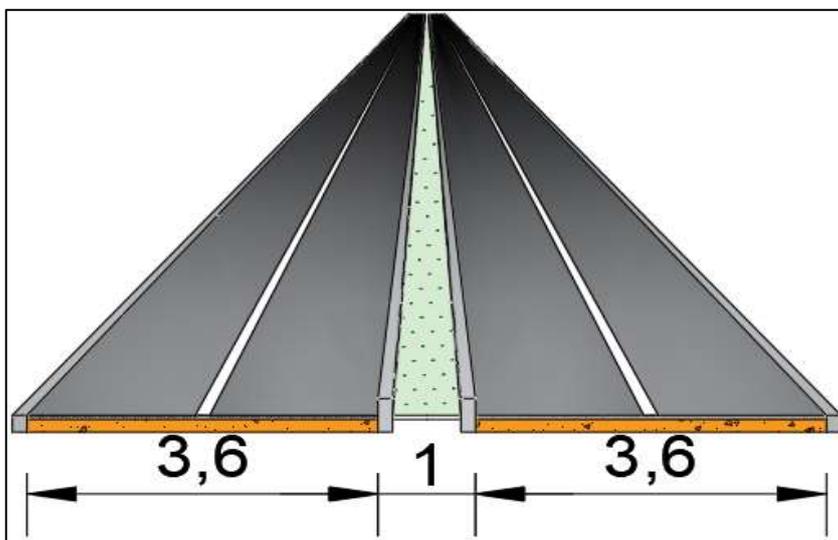
Nota. Elaboración propia

b. Autopista de segunda clase

Según el Manual de Carretera Diseño Geométrico “son las que tienen un Índice Medio Diario Anual entre los 6000 y 4001 veh/día, con una calzada dividida por un separador central que varía entre 6.00 a 1.00m como se aprecia en la figura 2, y debe ir instalado un sistema de contención vehicular. Con parciales accesos de ingreso y salidas que proporciona tránsito vehiculares constante, pueden tener intersecciones vehiculares y con puentes peatonales en la ciudad. Estas pistas deben ser con pavimentos” (2014, p. 12).

Figura 2

Autopista de segunda clase



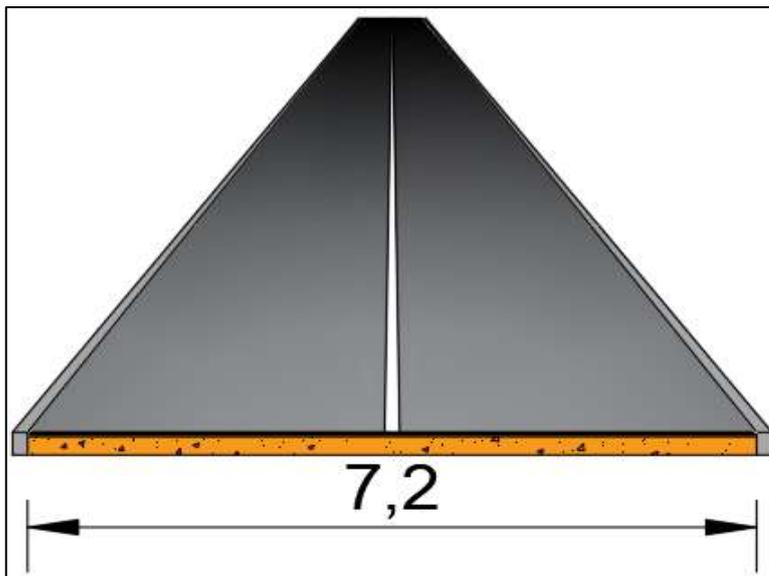
Nota. Elaboración propia

c. Carretera de primera clase

Según el Manual de Carretera Diseño Geométrico “son las que tienen un Índice Medio Diario Anual entre los 4000 y 2001 veh/día, con dos carriles de 3.60m de ancho mínimo, un ejemplo se aprecia en la figura 3. Pueden tener cruces vehiculares y con puentes peatonales en zonas urbanas. Esta superficie de rodadura estará pavimentada” (2014, p. 12).

Figura 3

Carretera de primera clase



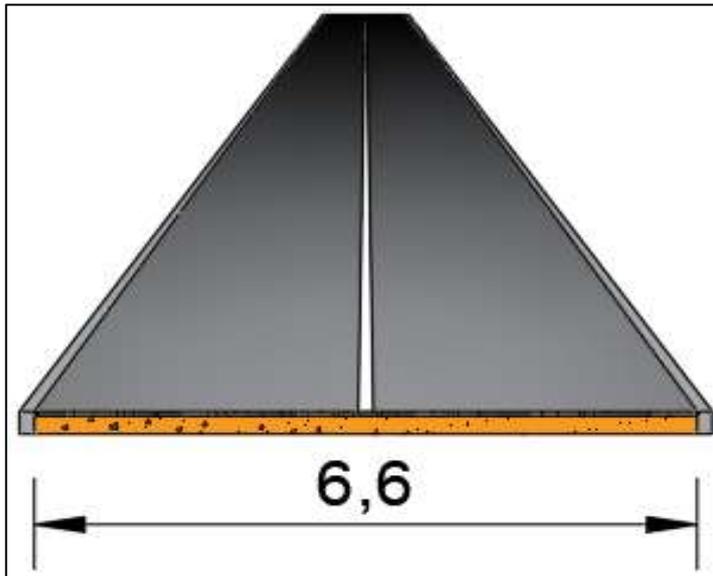
Nota. Elaboración propia

d. Carretera de segunda clase

Según el Manual de Carretera Diseño Geométrico “son las que tienen un Índice Medio Diario Anual entre los 2000 y 400 veh/día, con anchos de 3.30 m mínimo en cada carril teniendo dos como se aprecia en la figura 4. Pueden tener cruces vehiculares en ciudades y recomendables con puentes para tránsito de personal o con dispositivos de seguridad en la vía. Se construirá pavimentada” (2014, p. 12).

Figura 4

Carretera de segunda clase



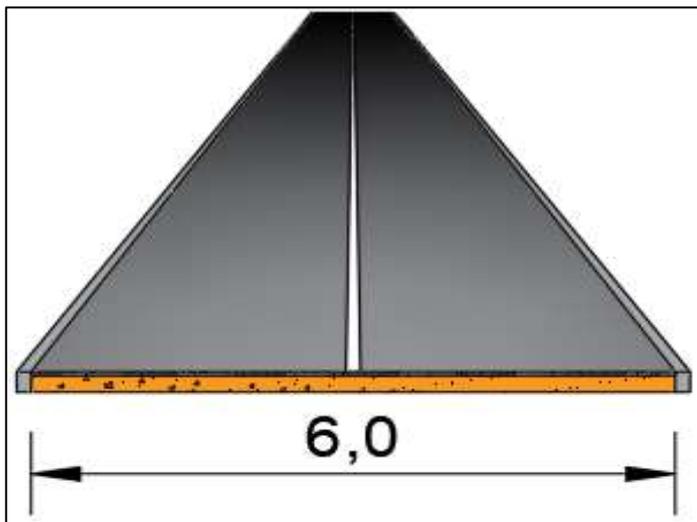
Nota. Elaboración propia

e. Carretera de tercera clase

Según el Manual de Carretera Diseño Geométrico (2014) “son las que tienen un Índice Medio Diario Anual menor a 400 veh/día, con dos carriles de 3.00m de ancho mínimo, un ejemplo es la figura 5. Estas vías podrán tener de manera excepcional hasta 2.50m contando con el sustento técnico correspondiente” (p. 12).

Figura 5

Carretera de tercera clase



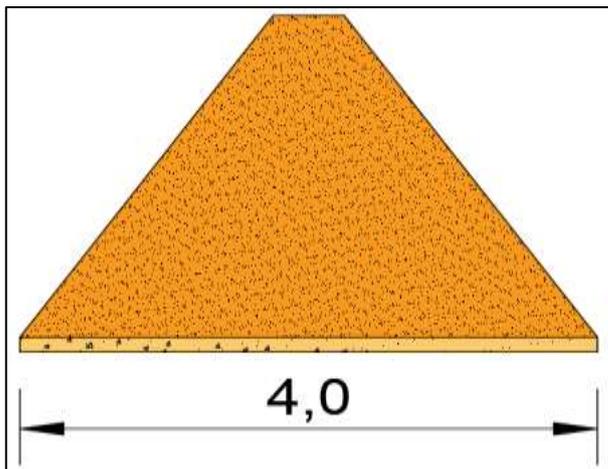
Nota. Elaboración propia

f. Trocha carrozable

Según el Manual de Carretera Diseño Geométrico (2014) “son vías transitables que no alcanzan las características geométricas de una carretera al tener un Índice Medio Diario Anual menores a 200 veh/día. La vía tendrá como mínimo de 4.00 m de ancho, un ejemplo se ve en la figura 6. Se podrá construir de manera que será afirmado o sin afirmar” (p. 14).

Figura 6

Trocha carrozable



Nota. Elaboración propia

2.4 Pavimento

El pavimento es una estructura diseñada para recibir y resistir la carga de tránsito, para transmitirla adecuadamente y repartirla a la subrasante, otorgando a la vía una superficie de rodamiento para la circulación vehicular y esta se desarrolle de forma rápida y cómoda.

2.5 Tipos de pavimento

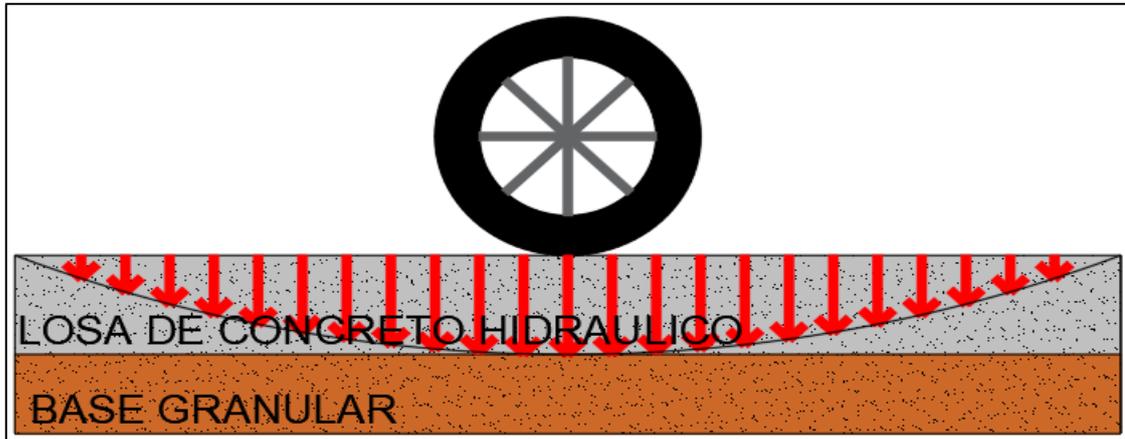
2.5.1 Pavimento Rígido

Están constituidos por una losa de hormigón hidráulico, cuya mitad inferior es el material de subrasante o subbase del pavimento, como se observa en la figura 7. Transmite las tensiones directamente al suelo, reduciéndose debido a la elevada rigidez del hormigón hidráulico, así como a su alto coeficiente de elasticidad, notable resistencia a la flexión y a que le afectan significativamente las variaciones de temperatura. Además, este pavimento puede soportar hasta cierto punto esfuerzos de tracción. La capacidad estructural se debe a las losas y al soporte de las capas inferiores, que tienen un impacto

mínimo en el diseño. En determinadas situaciones, se refuerzan con acero y tienen una esperanza de vida de 20 a 40 años con un mantenimiento mínimo.

Figura 7

Pavimento rígido



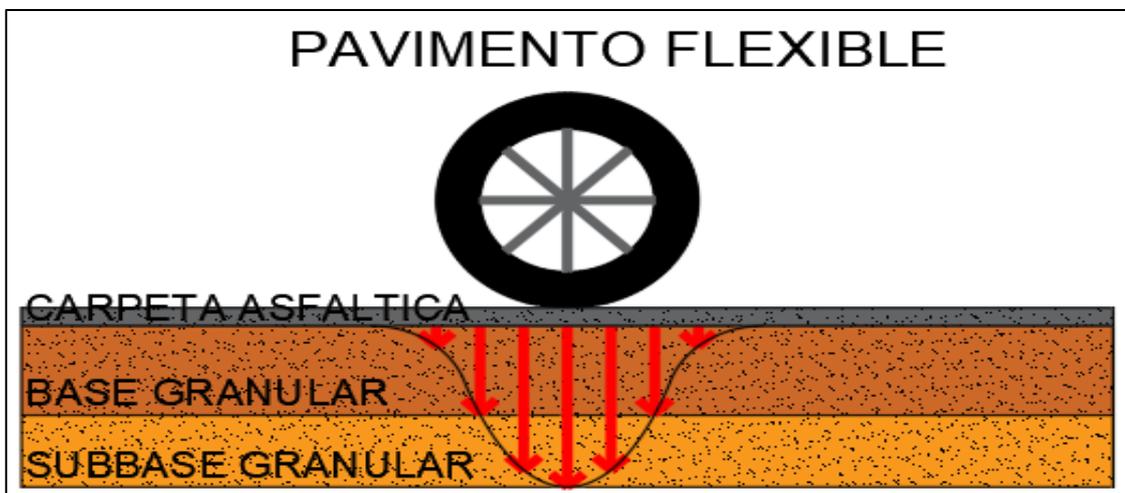
Nota. Elaboración propia

2.5.2 Pavimento Flexible

Estructura formada por capas en donde cada una de ellas cumple con una función determinada, es capaz de flexionarse por las cargas móviles que transita solo en la misma. Tiene como función principal soportar cargas y transmitir las en forma distribuida las cargas a la subbase y al terreno. Un ejemplo se aprecia en la figura 8.

Figura 8

Pavimento flexible



Nota. Elaboración propia

Partes estructurales del pavimento:

a. Capa de rodadura

Se ubica sobre la base granular del pavimento y su función es soportar el tránsito de los vehículos. Esta puede ser de concreto hidráulico, carpeta asfáltica o adoquines.

b. Base

Se coloca debajo de la capa de rodadura y sirve para soportar, distribuir y transmitir los esfuerzos relacionados con el tráfico. Puede ser de material granular (CBR 80%). Debe cumplir lo indicado según AASHTO M-147 el cual se indica en la tabla 3.

Tabla 3

Tabla de porcentajes para afirmado

Tamiz	PORCENTAJE QUE PASA					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	--				
37,5 mm (1 1/2")	100	--				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (3/4")	65-100	80-100				
9,5 mm (3/8")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,74 mm (N.º4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-20	5-20	6-20	8-25

Nota: AASHTO M-147 Tabla 1

c. Subbase

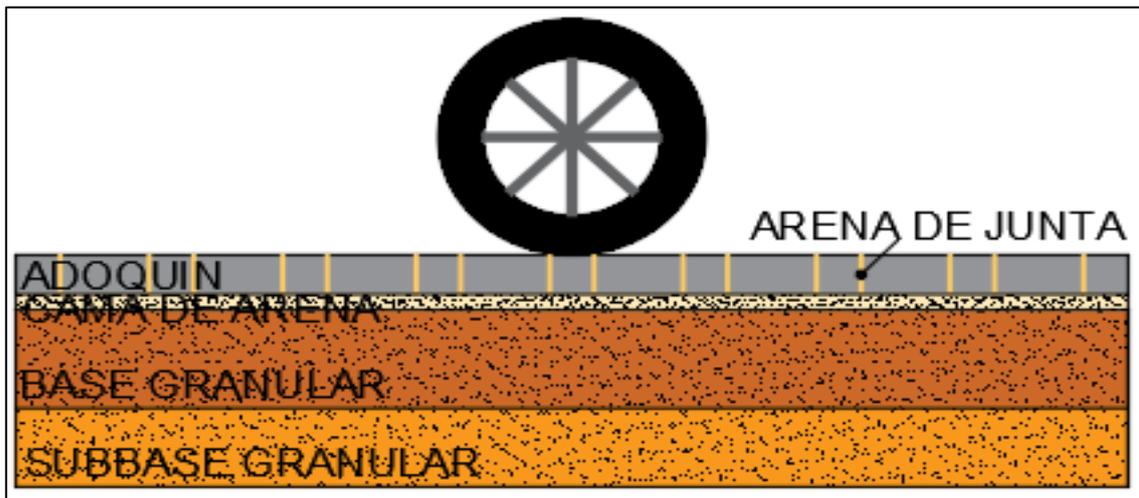
Se encuentra por debajo de la base el cual aguanta la base y carpeta de rodadura, teniendo utilización también para drenar y controlar la capilaridad del agua, en ocasiones se obvia esta capa, usando con mayor frecuencia material granular (CBR ≥ 40%). Al igual que la base su material de afirmado debe cumplir la tabla 3.

2.5.3 Pavimento Semirrígido (con adoquín de concreto)

Los pavimentos semirrígidos tienen capas similares a los pavimentos rígidos y flexibles, menos en la carpeta. El pavimento semirrígido presenta adoquines interlockados, haciendo un pavimento con comportamiento estructural semiflexible. Están constituidos por una capa de adoquines, arena de juntas, una cama de arena, base y subbase, poseen un borde de confinamiento (sardineles sumergidos en su mayoría) que aporta desarrollo del mecanismo de trabazón mecánica, se puede apreciar en la figura 9 una representación del pavimento semirrígido.

Figura 9

Pavimento semirrígido



Nota. Elaboración propia

2.6 Diseño de pavimento semirrígido

Existen métodos para diseñar un pavimento semirrígido con adoquines en el mundo y en el Perú existen 2 de los cuales ambos se basan de las mismas guías, para esta tesis se tomará en cuenta el siguiente:

2.6.1 *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento Sección: Suelos y Pavimentos.*

Para este diseño se propone el método ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute), que es un procedimiento que tiene en cuenta determinadas guías de diseño, entre ellas "Structural Design of Concrete Block Pavements" (Rada, G.R., Smith, D.R., Miller, J.S.,

y Witczak, M.W.) y la Guide for Design of Pavement Structures (AASHO'93). Entre los métodos considerar ciertos factores de diseño que son:

a. Aspectos ambientales

Respecto al Manual de Carreteras mencionado en el 2.6.1 menciona “como se ve en el ensayo de Proctor modificado para un material granular, se sabe que a más humedad la densidad compactada disminuye, es por eso que la humedad es un aspecto como también la temperatura que con humedad bajo 0°C sufre congelamiento y descongelamiento generando la disminución de la capacidad de carga del pavimento” (2014, p. 209).

b. Tráfico expresado en ejes equivalentes

Según el Manual de Carreteras mencionado en el 2.6.1 “para los pavimentos con adoquín de concreto, el número de Repeticiones de Ejes Equivalentes es hasta 15'000,000 en el carril de diseño y para un periodo de 20 años de diseño” (2014, p. 209).

c. Características de la subrasante

Los materiales deben tener $CBR \geq 6\%$ para ser considerados aptos y en caso sea menor (un suelo con poca capacidad o inapropiado), se procederá a analizar soluciones para mejorar su capacidad portante.

d. Materiales del pavimento semirrígido

Según el MTC los materiales del armazón del pavimento con adoquines de concreto son:

- **Subbase granular:** este concepto se menciona en el punto 2.5.2 Pavimento Flexible.
- **Base granular:** este concepto se menciona en el punto 2.5.2 Pavimento Flexible.
- **Cama de arena:** utilizada como soporte de los adoquines, de origen aluvial, no debe ser triturada, sin presentar finos plásticos, material orgánico u demás impurezas.

- **Adoquines:** parte de concreto simple, de forma teórica, contruidos fuera de sitio, cumpliendo los espesores y resistencia al aplastamiento señalado en los expedientes técnicos.
- **Arena de sello:** es la arena que se colocara entre juntas de los adoquines, teniendo origen de planicies costeras sin que sea triturado, libre de finos plásticos, material orgánico u demás impurezas.

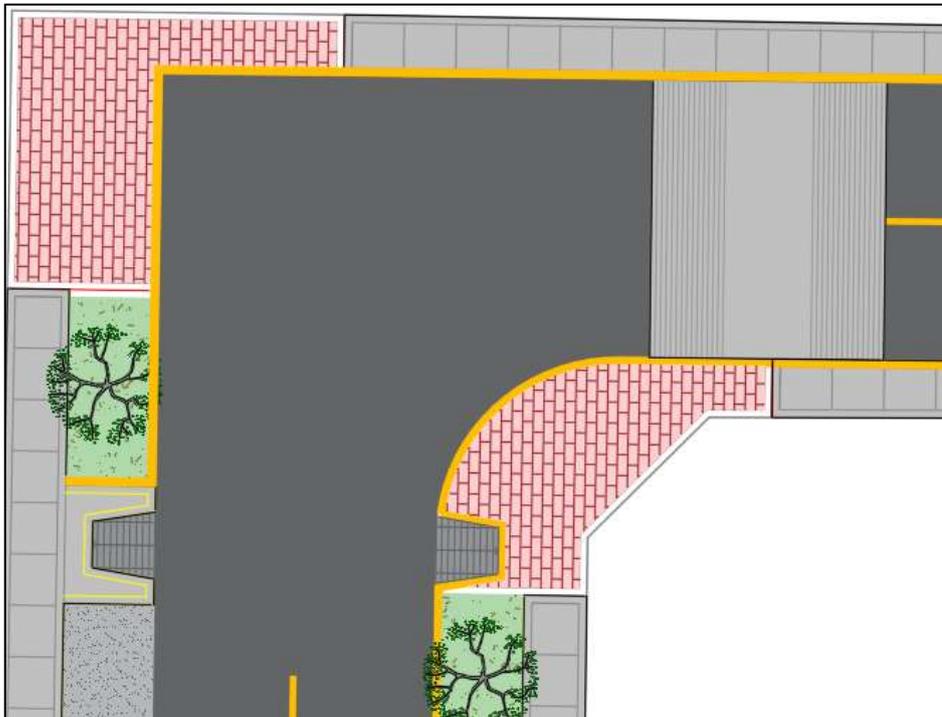
2.6.2 Tipos de Adoquín

a. Adoquín tipo I

Esta calificación de adoquines es diseñada para el pavimento de tránsito peatonal. Comprende desde los 40 mm de espesor hasta 60 mm, son usados en veredas, parques, patios de viviendas, estos tipos de veredas también se les puede colocar en forma decorativa entregando una visión estética a las calles urbanas donde son colocados en mayor porcentaje. En la figura 10 se aprecia un martillo de adoquín proyectado para una calle.

Figura 10

Martillos proyectados con adoquín de color rojo



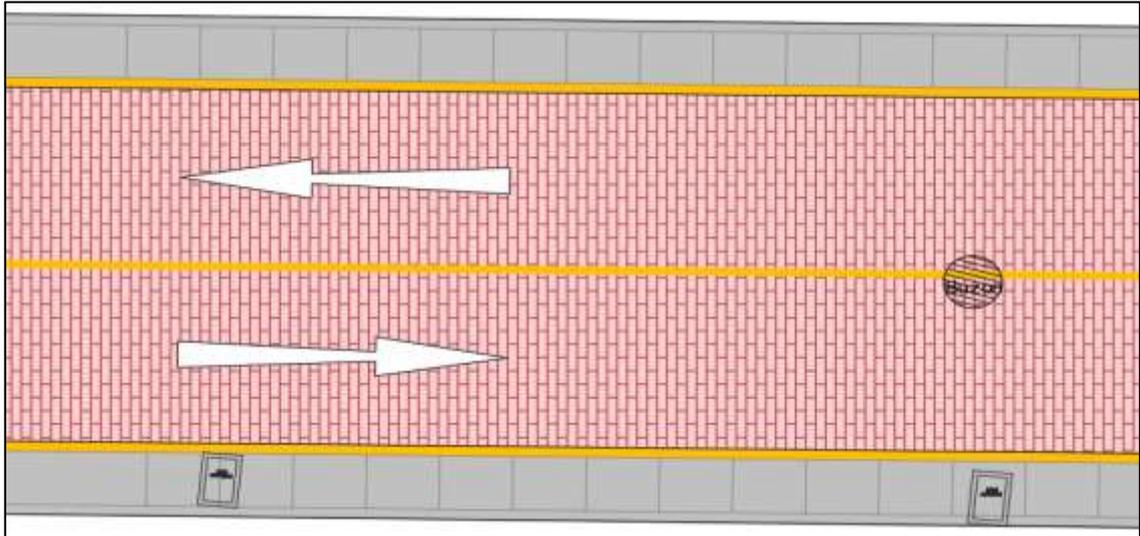
Nota. Elaboración propia

b. Adoquín tipo II

Usado en la mayoría de proyectos en Lima de tránsito vehicular ligero. Más colocados en jirones, calles, playas de estacionamientos y ocasionalmente en avenidas. Observar la figura 11 como proyecto de pavimento semirrígido en un jirón.

Figura 11

Calle proyectada con pavimento semirrígido



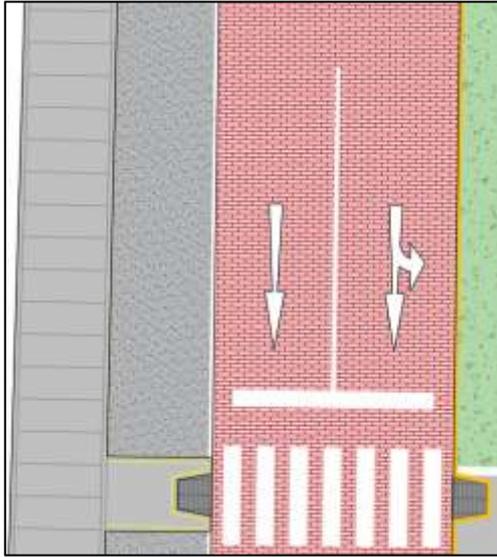
Nota. Elaboración propia

c. Adoquín tipo III

Estos tipos de adoquines se utilizan para el diseño de tránsito de vehículos pesados, contenedores e industriales, sin embargo, en la práctica no se presentan muchas pistas con este tipo de adoquín. No se construyen pavimentos semirrígidos en autopistas más que nada por su índice de rugosidad y la poca maniobrabilidad que presenta en los automóviles cuando van a mucha velocidad. En la figura 12 se aprecia una proyección de pavimento semirrígido para tránsito pesado.

Figura 12

Calle de tránsito pesado proyectado con pavimento semirrígido



Nota. Elaboración propia

Los datos mencionados se reflejan mejor en la tabla 4 y ejemplos de modelos de adoquines con distintos espesores en la figura 13.

Tabla 4

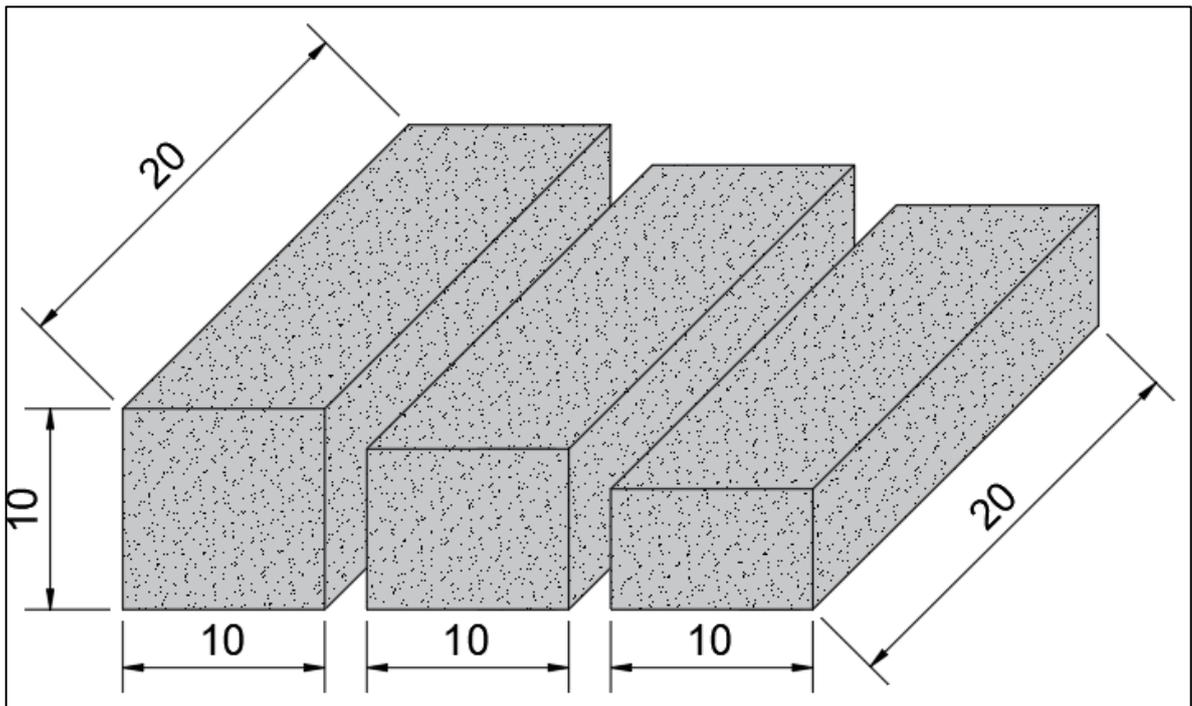
Espesor nominal y resistencia a la compresión

TIPO	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I	40	31 (320)	28 (290)
(Peatonal)	60	31 (320)	28 (290)
II	60	41 (420)	37 (380)
(Vehicular ligero)	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III			
(Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Nota. Norma Técnica Peruana 399.611 2017 - Tabla 1

Figura 13

Adoquines de diversos tamaños



Nota. Elaboración propia

2.7 Diseño de mezcla de concreto para adoquín

2.7.1 Concreto reforzado

La resistencia del hormigón a la tracción es una de sus limitaciones, pero es fuerte a la compresión, razón por la que la ingeniería civil utiliza esta técnica de refuerzo.

El refuerzo del cemento utilizando un componente metálico en forma de armadura o pequeñas fibras aumentando su resistencia a compresión. El beneficio de estos elementos en complemento es que previene la aparición de grietas y deformaciones de la estructura. La aplicación es más fácil ya que se trata de un material sencillo de manejar.

Gracias a esto el concreto presenta una mayor resistencia a la compresión comparado que el concreto simple, disminución de las deformaciones ocasionadas por cargas externas.

La mezcla del concreto hidráulico y el acero posee una gran adherencia fisicoquímica y una gran compatibilidad de tal manera que al momento que el concreto se deforma, el acero también y sus esfuerzos son repartidos entre ellos.

a. Método de dosificación ACI 211

Fundado en 1904 el Instituto Americano del Hormigón, o ACI ubicado en Michigan, USA. Utiliza factores empíricos para determinar el mejor diseño de mezcla para el trabajo. Sus pasos consisten en determinar primero la cantidad de agua en función del asentamiento deseado y el tamaño nominal máximo del árido grueso, después la cantidad de cemento en relación con el agua, a continuación, la cantidad de árido grueso y, por último, la cantidad de árido fino.

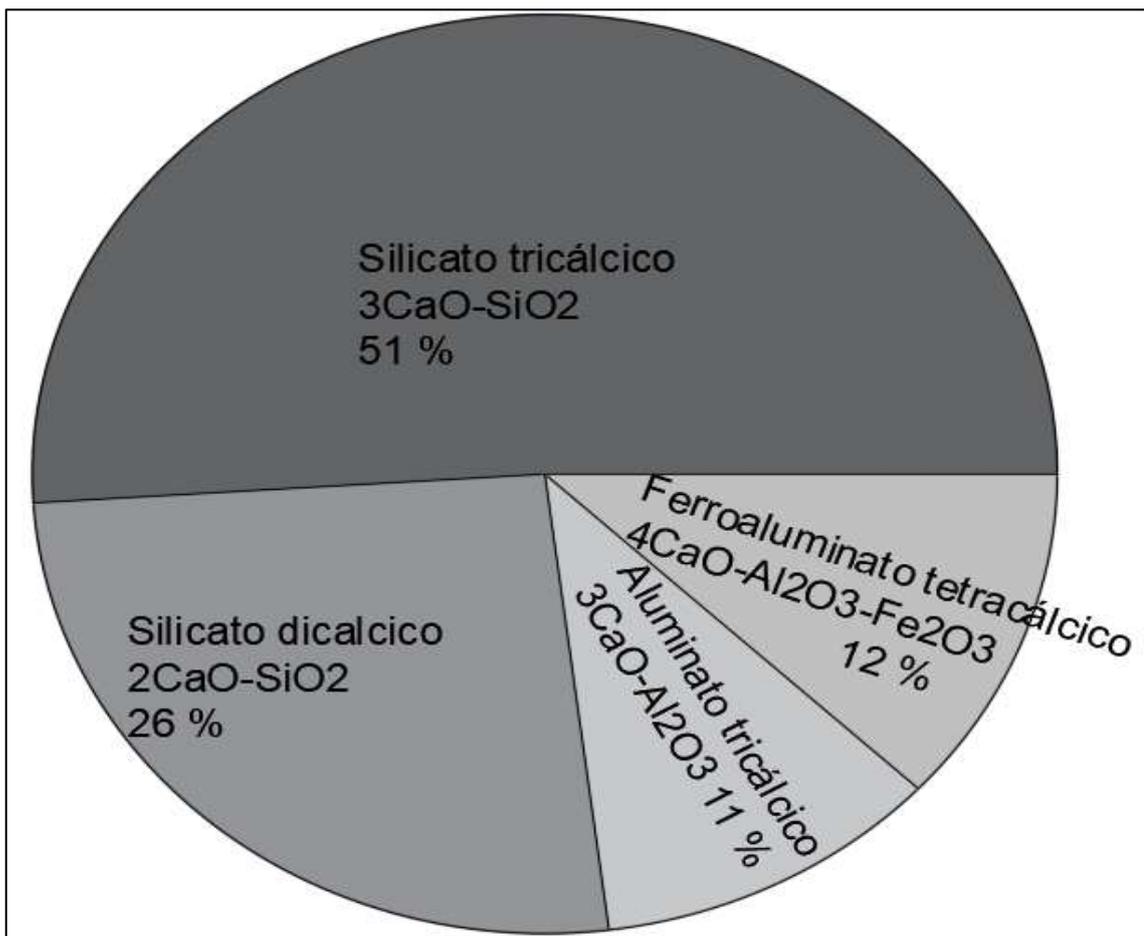
2.7.2 Cemento Portland

Es un conglomerante hidráulico que al contacto con agua esta fragua, endurece, aumenta su resistencia y se mantiene estable.

Su componente principal es el Clinker siendo su composición química según la figura 14.

Figura 14

Composición Química del Cemento Portland



Nota. Elaboración propia

2.7.3 Agua

Existen terminologías respecto al agua:

a. Agua combinada:

Contiene dos o más aguas de distintas fuentes, y es agregado al concreto. Por ejemplo, pueden ser de ríos y otros de pozos. Igual se les hace un análisis químico para ver las reacciones que se tendrá con el cemento.

b. Agua no potable:

No aptos para el consumo humano, también se les puede considerar como aguas con decoloración, olor o sabor objetable. Las aguas residuales de las industrias, de la ganadería, de las viviendas de la ciudad son ejemplos muy notables de aguas de las cuales no se deben considerar para un diseño de mezcla de concreto.

c. Agua potable:

Apto para consumir. Estas aguas son tratadas y descontaminadas, muy usadas en el diseño de concreto, en construcciones pequeñas como también en construcciones grandes.

d. Agua proveniente de las operaciones de producción del concreto:

En los procesos para producir el concreto se utiliza agua el cual es recuperado, también puede ser de la colecta de lluvia hasta el agua que se usa para lavar el camión mezclador. Siempre se realizan estudios previos para su utilización en las concreteteras al mezclar concreto a mayor escala.

e. Aditivos estabilizantes de la hidratación:

Aditivos que reducen el tiempo de hidratación, para regularizar el fraguado, aumentando su tiempo o disminuyendo depende las condiciones solicitadas, como también disminuir la cantidad de agua a utilizar.

2.7.4 Agregados

Conjunto de partículas, teniendo sus orígenes naturales o también artificiales, los cuales son tratados o elaborados, teniendo las dimensiones según lo solicitado para los diseños de mezcla.

a. Agregado fino

Es el agregado que no pasa el tamiz N°200 y pasa el tamiz 3/8 pulgadas, con orígenes naturales o artificiales. En la tabla 5 se muestra los rangos de porcentaje que debe pasar en cada tamiz:

Tabla 5

Requerimiento de granulometría para agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N°4)	95 a 100
2,36 mm (N°8)	80 a 100
1,18 mm (N°16)	50 a 85
600 µm (N°30)	25 a 60
300 µm (N°50)	5 a 30
150 µm (N°100)	0 a 10
75 µm (N°200)	0 a 3,0

Nota. Norma Técnica Peruana 100.037 2018 Agregado: Agregados para concreto.
Requisitos

b. Agregado grueso

Está conformado de grava, piedra chancada, concreto chancado, concreto reciclado, o la combinación de ellos, cumpliendo lo indicado en la tabla 6, algunos agregados se pueden apreciar en la figura 16.

Tabla 6

Porcentaje que pasa por los tamices normalizados

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 5/8 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 1/2 in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota. Norma Técnica Peruana 400.037 Tabla 4

Figura 15

Agregados finos y gruesos



Nota. <https://tecnologias-del-concreto.webnode.es/>

2.7.5 Adición, aditivo y fibra

a. Adición

Son materiales no orgánicos o también material mineral para modificar algunas características del concreto, se le agrega al momento de mezclar el cual puede ser en la fábrica, trompo o mixer, si es posible manualmente a lampa.

b. Aditivo

Similar a la adición, este se agrega cuando se mezcla el concreto, son sustancias químicas que hacen cambios a las propiedades del concreto, los más comunes son los aceleradores y retardadores.

c. Fibra

Pueden ser de acero, acero carbonatado, polímero o vidrio, los cuales son usados para aumentar su resistencia a la compresión y contracción, actuando de forma dispersa en el concreto.

2.7.6 Alambre N°8 como fibra

Alambre de acero al carbono, para uso general de calibre 8 y diámetro nominal de 4.2mm. Teniendo una resistencia a la tracción de 35 a 42 Kg/mm². Teniendo una composición química: (SAE No. 1008, ver figura 16) (designación de aceros en sistema).

Figura 16

Límites de composición química para el acero al carbono

UNS Designation ^a	Grade No.	Chemical Composition Limits, %				SAE No.
		Carbon	Manganese	Phosphorus, max	Sulfur, max	
G 10050	1005	0.06 max	0.35 max	0.040	0.050	1005
G 10060	1006	0.08 max	0.25 to 0.45	0.040	0.050	1006
G 10080	1008	0.10 max	0.30 to 0.50	0.040	0.050	1008

Nota. ASTM A510M-06 – Tabla 3

El alambre de acero es un material que sirve para diferentes proyectos de construcción. Se caracteriza por ser un tipo de hilo delgado que se consigue estirando metales y se puede encontrar diversos grosores dependiendo de su uso.

El alambre contiene diversas propiedades como grosores que sirve para diversas labores, flexibilidad sin riesgo a romperse, disponibilidad de una alta resistencia a la tensión y es

un material conductor, se puede doblar y cortar con mucha facilidad, para la construcción es un material liso y ayuda en los amarres de objetos, y lo más importante es que este material cumple con los estándares de calidad.

Tipos de alambres:

a. Alambre recocido

Es un alambre de color negro que se utiliza habitualmente en armados de estribos. Contiene una alta resistencia a tensión, así como su maleabilidad y este material ligero que ayuda a reducir el peso total de la obra. Contiene un bajo contenido de carbono y se aplica un tratamiento térmico especial para mayor ductilidad

b. Alambrón

Es un material de alta resistencia que se obtiene mediante un proceso de laminado en caliente, es liso, resistente a la corrosión y maleable. El alambrón es usado mayormente para estructuras que requieran mayor soporte de cargas y mayor resistencia.

c. Alambre Galvanizado

Es un tipo de alambre muy manipulable cuyas características que en su momento de fabricación están cubiertas por varias capas de zinc que previene la corrosión del acero.

2.8 Ensayos al adoquín

2.8.1 Control de dimensiones

Las longitudes y anchos nominales de los adoquines no deben superar de 25.0 cm y no menores a 5.0 cm. es siempre recomendable obtener adoquines de fabricación industrial ya que tienen por objetivo cumplir un estándar hacia el mercado, a comparación de la fabricación popular los cuales no pasan por un estándar adecuada.

2.8.2 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del hormigón se define como la distribución del peso sobre una superficie de adoquines.

El ensayo de resistencia a la compresión se realiza con una máquina que está equipada con dos soportes de acero, una transmite el esfuerzo al espécimen por la parte superior y por debajo un soporte rígido y llano.

Su manejo debe ser por técnicos experimentados, un mal manejo ocasionaría resultados falsos hasta incluso el daño de la máquina, perjudicando la obra de quien requiere sus resultados.

2.8.3 Absorción de agua

Es el ensayo donde se mide la absorción de agua del adoquín en diferencia de la seca. La absorción de agua promedio debe ser inferior al 5%. El objetivo es hallar la tendencia del adoquín al absorber y transmitir el agua. Una de las propiedades que tiene el concreto es la porosidad, para este estudio es conveniente que se tenga poca porosidad donde se pueda meter el agua, y una forma de medirlo con el ensayo de absorción de agua.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

Usando el adoquín reforzado con alambre n°8 mejorará la resistencia a la compresión en pavimentos semirrígidos.

3.2 Hipótesis Específicas

3.2.1. Hipótesis 1

Agregando alambre n°8 cortadas en 1.5 pulgadas aumentará la resistencia a la compresión en el adoquín con un espesor de 10 cm para pavimentos semirrígidos.

3.2.2 Hipótesis 2

Agregando 3%, 5% y 7% de porcentaje de alambre n°8 al concreto el del 7% tendrá más resistencia a la compresión que los del 3% y 5%.

3.3 Variables

3.3.1 Variable independiente

Para nuestro estudio la variable independiente es el adoquín reforzado con alambre n°8. Los adoquines serán agregados con 3%, 5% y 7% de alambre n°8 para aumentar su resistencia a la compresión para la construcción de pavimentos semirrígidos con 10 cm de espesor.

3.3.2 Variable dependiente

Para este estudio la variable dependiente es la resistencia a la compresión. Los cuáles serán realizados en laboratorios certificados y con especialistas técnicos.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1 Tipo y Método de la Investigación

4.1.1 Método

a. Método de investigación

El método es deductivo, debido a que se trabaja con estudios previos para encontrar un estudio específico. En este caso serán estudios previos indirectamente relacionados con los investigados en el presente estudio. Porque, si hay estudios previos de reforzamiento del concreto en sí para uso general, pero no preciso para adoquines en pavimentos semirrígidos. Se usarán los resultados de estudios previos de tesis y libros para dar un hecho concreto.

b. Orientación de investigación

La orientación de la investigación es aplicada, a causa de que tiene por objetivo resolver el problema de en ¿Qué medida el uso del adoquín reforzado con alambre n°8 mejora la resistencia a la compresión en pavimentos semirrígidos?, se aplicará un diseño de concreto y ensayos de compresión. Siendo una aplicación directa de los conocimientos previos de tesis y libros para dar solución a un problema.

c. Enfoque de investigación

Será cuantitativa, porque se recolectarán las medidas de compresión que soporte el adoquín reforzado con alambre n°8 y analizará el porcentaje adecuado de reforzar el adoquín convencional. Teniendo 3%, 5% y 7% de alambre n°8 de agregado a los adoquines y comparando sus resistencias a la compresión. Teniendo a su vez diseños de concreto y estudios previos para determinar los porcentajes mencionados.

d. Por la recolección de datos

La investigación es proyectiva debido a que se tomara los datos de compresión al momento de ser ensayados en el laboratorio, para dar solución al problema del adoquín de 10 cm en su baja resistencia a la compresión, teniendo una propuesta de agregar alambre n°8 cortadas en 1.5 pulgadas y en 3%, 5% y 7% ocasionando su funcionalidad adecuada para la pavimentación semirrígidas en calles, jirones, patios industriales, etc.

4.1.2 Tipo de investigación

La investigación se considera de tipo descriptivo debido a que se analizará el esfuerzo del adoquín reforzado con alambre n°8 para realizar una descripción en los resultados. Se describirán los resultados positivos o negativos a los objetivos de la presente investigación. Como también por qué los resultados llegaron a conclusiones negativas y positivas a la hipótesis.

4.1.3 Nivel de investigación

La investigación es de nivel aplicativo debido a que plantea resolver o intervenir en el problema de aumentar la resistencia a la compresión del adoquín con alambre n°8. Teniendo muestras convencionales, en este caso adoquines, se le agregara alambre n°8 para solucionar el problema de su baja resistencia teniendo 10 cm de espesor.

4.1.4 Diseño de investigación

La presente investigación es experimental debido a que se establecerá una relación al refuerzo del adoquín con alambre n°8 y el aumento de resistencia a la compresión. Como se agregará 3%, 5% y 7% de alambre n°8 al adoquín esto tendrá un aumento de acuerdo a su porcentaje agregado, en otras palabras, en el 7% será mayor su resistencia que del convencional y los demás adoquines aumentados con 3% y 5%.

4.2 Población de estudio

Serán los adoquines convencionales de 10cm de espesor reforzado con alambre n°8. Serán 36 adoquines de concreto reforzados con alambre n°8 (9 adoquines convencionales, 9 adoquines con 3% de alambre n°8, 9 adoquines con 5% y 9 adoquines con 7% de alambre n°8), que serán ensayados en una máquina para determinar su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días desde su vaciado en el molde.

4.3 Diseño muestral

Se diseñará adoquines con espesores de 10 cm y otros adoquines reforzados con 10 cm de espesor. Reforzados con 3%, 5% y 7% de alambre n°8, la mezcla se calculará con el método de diseño de concreto del ACI 211.

4.4 Relación de las variables

4.4.1 Identificación de variables

a) Variable independiente:

Adoquín reforzado con alambre n°8

b) Variable dependiente:

Resistencia a la compresión

La relación de variables es directa porque al subir el porcentaje de alambre n°8 en el diseño de concreto para adoquín reforzado, aumentará su resistencia a la compresión.

Tabla 7*Matriz operacional*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDAD DE MEDIDA	HERRAMIENTAS
Variable independiente:	Pieza de concreto simple, prefabricada y reforzada con alambre n°8. Este alambre n°8 es un material que se adiciona a la mezcla para evitar grietas y fallas por compresión.	Con fines de utilizar la cantidad adecuada en los agregados del adoquín	Diseño de mezcla de concreto para adoquín	Granulometría, contenido de humedad, peso unitario	Análisis granulométrico, sucs y aashto	metros	fichas de recolección de datos
Adoquín reforzado con alambre n°8		Determinar una cantidad adecuada de reforzamiento de alambre n°8	Porcentaje de refuerzo de alambre n°8	Porcentaje de alambre n°8	Cuantía	porcentaje	
		Determinar las propiedades físicas al ser reforzado con alambre n°8	Propiedades físicas al agregar alambre n°8	Densidad	Densidad	masa sobre volumen	fichas de recolección de datos
Variable dependiente:	Es la carga por unidad de área que soporta el concreto. El límite de la compresión es el fallo o la fractura del material rígido. Uno de los factores que influye en la resistencia es por el contenido de cemento en la mezcla ya qué entre mayor proporción del cemento en la mezcla, mayor será su resistencia.	Se hallará la resistencia a compresión del adoquín reforzado y comparar la resistencia de adoquín convencional mediante ensayos en laboratorio	Resistencia a la compresión	Ensayo de compresión con adoquines convencional y reforzados	Esfuerzo de compresión	kilogramos sobre centímetros cuadrado	fichas de recolección de datos

Nota. Elaboración propia

4.5 Técnica e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizará mediante un formato Excel, donde se hará la comparación del adoquín convencional y adoquín reforzado para uso de pavimentos semirrígidos, en cuanto aumenta numéricamente.

4.6 Procedimientos para recolección de datos

Los adoquines serán llevados a compresión luego de 7 días, 14 días y por último 28 días para ver su máxima resistencia a la compresión.

CAPITULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Recolección de datos

5.1.1 Granulometría

El material grueso provino de la cantera Gloria de Ate, y el agregado fino provino de la cantera Jicamarca de Lurigancho - Chosica. En la tabla 6 y la figura 16 representan el agregado grueso, mientras que la tabla 8 y la figura 17 representan el agregado fino.

Tabla 8

Granulometría

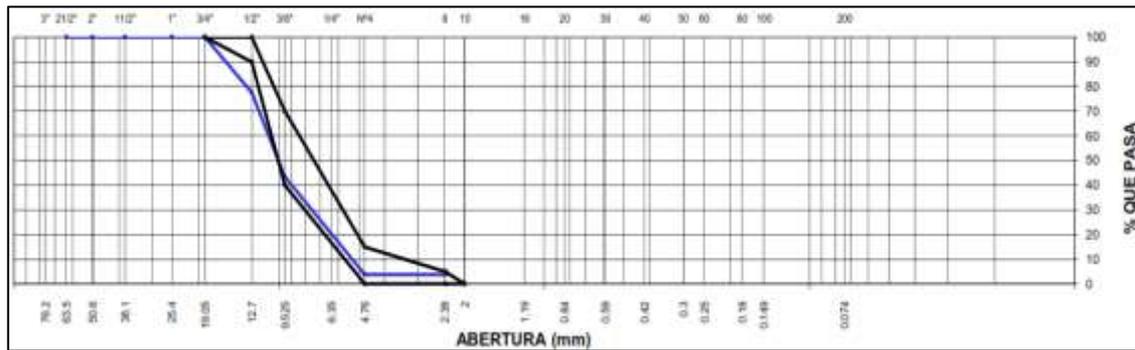
Malla		Peso	Retención	Retención	Porcentaje que pasa (%)
Tamiz	mm		Parcial (%)	Acumulado (%)	
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.60	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.70	784.0	22.4	22.4	77.6
3/8"	9.53	1196.0	34.2	56.6	43.4
N°4	4.76	1388.0	39.7	96.2	3.8
N°8	2.36	0.0	0.0	96.2	3.8
Fondo		132.0	3.8	100.0	
Módulo de Finura		2.39			

Nota. Elaboración propia

La granulometría del agregado grueso es ideal para el diseño de concreto para adoquín que está dentro de los parámetros ASTM C-33 HUSO 7. El cual se muestra en la figura 16 de color azul y cumple la tabla 5 de la presente tesis.

Figura 17

Curva granulométrica



Nota. Elaboración propia

La granulometría del agregado fino es adecuada según ASTM C-33 el cual se aprecia sus datos en la tabla 9 y se refleja en la figura 18 de la presente investigación. Siendo un material ideal para el diseño de concreto para adoquín, para el uso de pavimento semirrígido.

Tabla 9

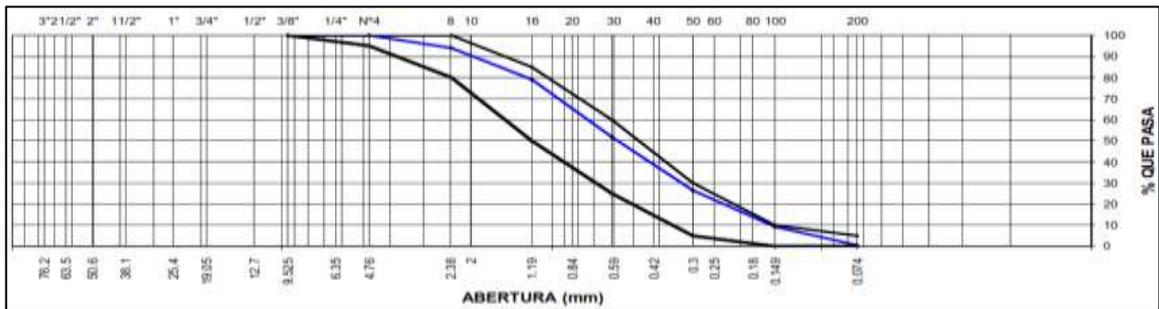
Granulometría

Malla		Peso	Retención	Retención	Porcentaje que pasa (%)
Tamiz	mm.		Parcial (%)	Acumulado (%)	
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0
8	2.360	54.0	6.0	6.0	94.0
16	1.190	135.0	14.9	20.9	79.1
30	0.600	247.0	27.3	48.1	51.9
50	0.300	230.0	25.4	73.5	26.5
100	0.149	156.0	17.2	90.7	9.3
200	0.074	79.0	8.7	99.4	0.6
Fondo		5.0	0.6	100.0	

Nota. Elaboración propia

Figura 18

Curva granulométrica



Nota. Elaboración propia

En la cantera Gloria ubicada en Huaycán – Ate, se encuentran materiales ideales para el diseño de concreto hidráulico, un material grueso que también es utilizado para el diseño de concreto asfáltico.

La empresa DELHEAL S.A.C. es una empresa pavimentadora, el cual tiene maquinarias adecuadas para dicho trabajo, esta empresa extrae material de la cantera mencionada en la figura 17, una buena garantía del material también se refleja en las calles, jirones, avenidas y carreteras que la empresa ha realizado pavimentación en caliente de 2”, 3” y hasta 4”. Se realizó una visita personal para trasladar el material de la cantera al laboratorio privado como se aprecia en la figura 19, con el fin de realizar los ensayos de laboratorio necesario al agregado grueso.

Figura 19

Cantera Gloria Huaycán-Ate



Nota. Elaboración propia

En el laboratorio particular se realizó los ensayos previos a los agregados grueso y fino para el diseño de concreto hidráulico usado para adoquín, todo trabajo es supervisado con un técnico especialista desde la tamización hasta los ensayos de absorción de agua, con equipos calibrados y certificados, como se aprecia en la figura 20.

Figura 20

Ensayo de granulometría



Nota. Elaboración propia

5.1.2 Tipo de cemento

El cemento a utilizar es de tipo I teniendo como densidad 3.13 g/cm^3 , el cual cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009. La marca del cemento comprado es Cemento SOL Tipo I, como se aprecia en la figura 21.

Figura 21

Bolsa de cemento sol tipo I



Nota. Elaboración propia

5.1.3 Agua

El agua a utilizar es potable, cumpliendo la Norma Técnica Peruana 339.088 el cual menciona que está permitido el uso de agua potable para uso de mezcla de concreto, este puede ser usado sin realizar ensayos para evaluar su conformidad.

5.1.4 Alambre N°8

El alambre utilizado es de bajo contenido de carbono recocido a altas temperaturas teniendo propiedades de ductilidad, utilizado mucho en la construcción teniendo un diámetro de 4.20 mm promedio, con una resistencia a la tracción de 37 Kg/mm². Fue cortado en 1 1/2 pulgada y agregado en 35%, 5% y 7% a la mezcla de concreto hidráulico como se aprecia en la figura 22 y figura 23.

Figura 22

Alambre N°8



Nota. Elaboración propia

Figura 23

Alambre N°8 cortados en 1 ½ pulgadas



Nota. Elaboración propia

5.2 Procesamiento

Las pruebas se realizaron en el laboratorio de JCP Ingeniera, Construcción y Consultora S.A.C., con los equipos calibrados y aprobados por INACAL (Instituto Nacional de Calidad).

En primer lugar, se recopilaron los datos necesarios para elaborar la mezcla de concreto hidráulico y determinar la cantidad de alambre n°8 que deberá utilizarse. El mismo diseño se producirá en cuatro lotes: el primero para adoquines convencionales, el segundo para adoquines reforzados con alambre del n° 8 al 3%, el tercero con el 5% y el cuarto con el 7%.

5.2.1 Datos necesarios:

a. Pesos Unitario Compactado

Para el ensayo se tiene un molde el cual se consiguió el volumen con una diferencia del recipiente lleno de agua y otro vacío, se le agrega el material granular compactado a cada tercio formando una capa y aplicando 25 golpes verticales con varilla a cada capa. Teniendo los resultados los cuales se muestran en la tabla 10. En la figura 24 se aprecia el peso total de la muestra del agregado grueso con el molde.

Tabla 10

Peso Unitario Compactado del agregado grueso

Datos del molde				
Peso del recipiente	6.237			Kg
Volumen del recipiente	0.0094			m ³

Peso Unitario Compactado				
Peso total	23.33	23.415	23.32	kg
Peso del agregado	17.093	17.178	17.083	kg
Peso unitario del agregado	1814.5	1823.57	1813.48	Kg/m ³

PROMEDIO	1817.2			Kg/m ³
----------	--------	--	--	-------------------

Nota. Elaboración propia

Figura 24

Peso del material granular en balanza



Nota. Elaboración propia

Para el agregado fino se realizó el mismo ensayo y sus resultados se aprecia en la tabla 11 de la presente investigación.

Tabla 11

Peso Unitario Compactado del agregado fino

Datos del molde				
Peso del recipiente	6.237			Kg
Volumen del recipiente	0.00942			m3

Peso Unitario Compactado				
Peso total	23.33	23.415	23.32	kg
Peso del agregado	17.093	17.178	17.083	kg
Peso unitario del agregado	1814.54	1823.567	1813.482	Kg/m3

PROMEDIO	1817.2			Kg/m3
----------	--------	--	--	-------

Nota. Elaboración propia

b. Porcentaje de humedad y absorción

Para hallar el porcentaje de humedad se realizó la diferencia del peso húmedo y peso seco de la muestra dividido entre el peso seco. En la tabla 12 y tabla 13 se aprecia los datos obtenidos.

Tabla 12

Ensayo de porcentaje de humedad del agregado grueso

N° de ensayo	N°	1	2
Peso humedo	g	1000.0	973.0
Peso seco	g	997.0	969.9
Peso de agua	g	3.0	3.1
Humedad	%	0.30	0.32
Promedio	%	0.31	

Nota. Elaboración propia

Tabla 13

Ensayo de porcentaje de humedad del agregado fino

N° de ensayo	N°	1	2
Peso húmedo	g	500.0	497.0
Peso seco	g	493.0	490.0
Peso de agua	g	7.0	7.0
Humedad	%	1.42	1.43
Promedio	%	1.42	

Nota. Elaboración propia

Para determinar el porcentaje de absorción se halló la diferencia de los pesos del material saturado superficialmente seco en aire y material seco para ser luego dividido entre el peso seco, los resultados se notan en la tabla 14 y tabla 15.

Tabla 14*Porcentaje de absorción del agregado grueso*

Porcentaje de absorción		
Peso saturación superficial seca (aire)	4013	g
Peso saturación superficial seca (agua)	2499	g
Peso seco	3982	g
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	0.78	%

Nota. Elaboración propia**Tabla 15***Porcentaje de absorción del agregado fino*

Porcentaje de absorción		
Peso saturación superficial seca (aire)	522	g
Peso seco	514.2	g
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.52	%

Nota. Elaboración propia**c. Módulo de Fineza del agregado fino**

Como indica ABANTO, “para el módulo de fineza se realiza la suma de las retenciones acumuladas sin contar de la malla n°200 y se divide entre 100” (2009, p. 28,29). Para nuestro estudio el módulo de fineza es **2.39**.

5.2.2 Diseño de concreto

Debido al grosor de 10 cm del adoquín, se estima una caída de **15,0 cm a 17,5 cm** utilizando la Norma Técnica Peruana 399.611 el cual solo nos recomienda los materiales a utilizar para el concreto hidráulico, por tal sentido se usará el método ACI 211, y los cálculos se realizan para un metro cúbico de hormigón.

a. Determinación de la f'_{cr} .

Se escogió un F'_{c} de **325 Kg/cm²**, y se calcula su resistencia a la compresión promedio según la tabla 16.

Tabla 16*Resistencia a la compresión promedio del Método ACI*

f'c (kg/cm²)	f'cr (kg/cm²)
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 85
Sobre 350	1.1 f'c + 50

Nota. Tabla N°10.1 Método ACI 211Entonces nuestro f'_{cr} es **410 Kg/cm²**.**b. Cantidad de agua y porcentaje de aire**

Teniendo el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso (AG) que es 1/2" pulgada y asentamiento de 15.0 cm a 17.5 cm, considerando que se diseña sin aire incorporado se utilizó la siguiente tabla 17.

Tabla 17*Agua recomendada para los TMN del AG y asentamientos*

AGUA, en kg/m ³ de concreto, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y asentamiento indicados.								
ASENTAMIENTO (Centímetros)	9,5 mm 3/8 "	12,7 mm 1/2 "	19,0 mm 3/4 "	25,4 mm 1 "	38,0 mm 1 1/2 "	50,8 mm 2 "	76,0 mm 3 "	152,0 mm 6 "
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
2,5 a 5,0	205	200	185	180	160	155	145	125
7,5 a 10,0	225	215	200	195	175	170	160	140
15,0 a 17,5	240	230	210	205	185	180	170	---
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin incluir de aire en porcentaje (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
2,5 a 5,0	180	175	165	160	145	140	135	120
7,5 a 10,0	200	190	180	175	160	155	150	135
15,0 a 17,5	215	205	190	185	170	165	160	---
Promedio recomendado de contenido total de aire, porcentaje (%)	8,0	7,0	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0

Nota. Tabla N°2.1 del Método ACI 211Obteniendo **230 L** de agua y **2.5 %** de **aire**.

c. Determinación del peso de cemento

Para este paso se debe hallar la relación del agua y del cemento para luego hallar el peso del cemento, teniendo de datos la cantidad de agua y el f'_{cr} se utiliza la tabla 18.

Tabla 18

Relación de agua-cemento por resistencia

Resistencia a la compresión probable a los 28 días en kg/cm ² (f'_{cr})	Relación agua - cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0,38	---
400	0,43	---
350	0,48	0,40
300	0,55	0,46
250	0,62	0,53
200	0,70	0,61
150	0,80	0,71

Nota. Tabla N°3.1 del Método ACI 211

Como tenemos 410 kg/cm² de f'_{cr} interpolamos para encontrar la relación el cual se calcula en 0.42.

$$x = 0.38 + \frac{(450-410) \times (0.43-0.38)}{450-400}$$

Así hallamos la cantidad de cemento para el diseño que es 230/0.42 el cual sale **547.62 Kg** de cemento.

d. Determinación del peso del agregado grueso

Para este punto hallaremos el peso del agregado grueso, para eso necesitaremos el módulo de fineza y el TMN con la tabla 19.

Tabla 19*Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto (b/bo), para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,7	0,59	0,57	0,55	0,53
19,0	0,66	0,64	0,62	0,60
38,0	0,76	0,74	0,72	0,70
50,8	0,78	0,76	0,74	0,72
76,0	0,81	0,79	0,77	0,75
152,0	0,87	0,85	0,83	0,81

Nota. Tabla N°5.1 del Método ACI 211

Interpolando se consiguió b/bo de la siguiente forma:

$$x = \frac{(0.54 - 0.57) \times (2.6 - 2.39)}{2.6 - 2.4} = 0.591$$

Teniendo peso unitario compactado del agregado grueso de 1569.57 Kg/m² b/bo hallamos el peso multiplicando 0.591x 1569.57 y conseguimos de 927.62 Kg de agregado grueso.

e. Determinación del peso del agregado fino

Para establecer el peso del agregado fino, primero debemos calcular el volumen de la mezcla utilizando los datos computados anteriormente, y la diferencia con 1 metro cúbico es el volumen del agregado fino, como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20*Volumen de materiales de la mezcla de concreto*

Material	Peso (Kg)	Densidad (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	547.62	3130	0.175
Agua	230	1000	0.230
AG. Grueso	927.62	2651	0.350
Aire	--	--	0.025

Nota. Elaboración propia

La diferencia de $1 - 0.175 - 0.230 - 0.350 - 0.025 = 0.220$ m³, el cual al ser multiplicado con el peso específico del agregado fino que es 2584 kg/m³ hallamos el valor de **568.48 Kg.**

f. Corrección de humedad

Por último, debemos calcular el ajuste de humedad restando el porcentaje de humedad del % de absorción de cada árido, como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21*Corrección de humedad*

Material	% humedad	% absorción	Peso corregido (Kg)	Corrección de humedad (L)
Agr. Grueso	0.310	0.780	930.50	-4.373
Agr. Fino	1.424	1.520	576.58	-0.554

Nota. Elaboración propia

Teniendo un total de agua efectiva de $230 - (-4.373 - 0.554) = 234.927$ L.

En la tabla 22 se muestran los pesos corregidos finales del diseño de mezcla de concreto.

Tabla 22*Pesos de materiales para 1 m³ de concreto*

Materiales	Cantidad	Unidad
Agr. Grueso	930.49	Kg
Agr. Fino	576.58	Kg
Cemento	547.62	Kg
Agua	234.927	L

Nota. Elaboración propia**g. Porcentajes de fibra (alambre N°8)**

Se realizó 4 tandas de mezcla de concreto para 14 adoquines asumiendo, teniendo el volumen un adoquín de $0.1 \times 0.1 \times 0.2 = 0.002 \text{ m}^3$, entonces 14 adoquines tendrán 0.028 m^3 , este último dato se multiplica con los pesos para 1 m^3 de concreto y se obtiene los datos de la tabla 23, con su porcentaje de alambre N°8 en peso.

Tabla 23*Porcentaje de alambre para cada tanda*

Materiales	Cantidad	Volumen necesario	Peso 14 adoquines
Agr. Grueso (Kg)	930.49	0.028 m ³	26.05 (Kg)
Agr. Fino (Kg)	576.58		16.14 (Kg)
Cemento (Kg)	547.62		15.33 (Kg)
Agua (L)	234.927		6.58 (L)
		Peso total	64.11 (Kg)
		Alambre	3%
		N°8 (Kg)	5%
			7%

Nota. Elaboración propia

Se aprecia en las figuras 25, 26, 27, 28 y 29 el trabajo desde la mezcla del concreto con alambre N°8 hasta su vaciado en los moldes de adoquín.

Figura 25

Fibra de alambre N°8 para la 4 tanda 7% del peso



Nota. Elaboración propia

Figura 26

Vaciado del concreto en los moldes de adoquín 10x10x20 cm



Nota. Elaboración propia

Figura 27

Desenfofrado de adoquines



Nota. Elaboración propia

Figura 28

Vaciado de adoquines con 3% y 7% de alambre N°8



Nota. Elaboración propia

Figura 29

Slump de 17 cm del diseño de mezcla obtenido



Nota. Elaboración propia

5.3 Resultados

Las compresiones se realizaron como se muestra en la figura 30 y figura 31 fueron evaluadas en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma de Surco con la asistencia de un técnico especializado de laboratorio utilizando lo que nos indica la Norma Técnica Peruana 399.611, la Norma Técnica Peruana 399.604 Unidades de Mampostería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de mampostería de concreto.

Figura 30

Laboratorio de Concreto de la Universidad Ricardo Palma



Nota. Elaboración propia

Figura 31

Ensayo de compresión



Nota. Elaboración propia

5.3.1 Compresión del adoquín convencional

Para el adoquín convencional se consiguió a los 7 días una compresión de 294.64 Kg/cm² de promedio. El cual indica que el diseño fue el adecuado. A los 14 días se obtuvo un promedio de compresión de 346.53 Kg/cm² y por último a los 28 días se obtuvo 363.77 Kg/cm².

5.3.2 Compresión del adoquín con 3% de alambre N°8

Para el adoquín con un 3% de fibra de alambre N°8 a los 7 días consiguió 282.96 Kg/cm² de promedio. El cual indica que la fibra de alambre N°8 en un 3% no dio los resultados esperados para aumentar su resistencia. Para los 14 días el adoquín con fibra de alambre N°8 en 3% llegó a alcanzar los 340.9 Kg/cm² y por último a los 28 días se obtuvo 361.40 Kg/cm².

5.3.3 Compresión del adoquín con 5% de alambre N°8

Para el adoquín con un 3% de fibra de alambre N°8 a los 7 días consiguió 361.3 Kg/cm² de promedio. El cual indica que la fibra de alambre N°8 en un 5% resultó favorable para el aumento de su resistencia. Para los 14 días el adoquín con fibra de alambre N°8 en 5% alcanzó los 382.3 Kg/cm² y por último a los 28 días se obtuvo 409.20 Kg/cm².

5.3.4 Compresión del adoquín con 7% de alambre N°8

Para el adoquín con un 3% de fibra de alambre N°8 a los 7 días consiguió 286.8 Kg/cm² de promedio. El cual indica que la fibra de alambre N°8 en un 7% dando resultados considerables en el aumento de la resistencia a la compresión. Para los 14 días el adoquín con fibra de alambre N°8 en 7% alcanzó los 343.2 Kg/cm² y por último a los 28 días se obtuvo 364.27 Kg/cm².

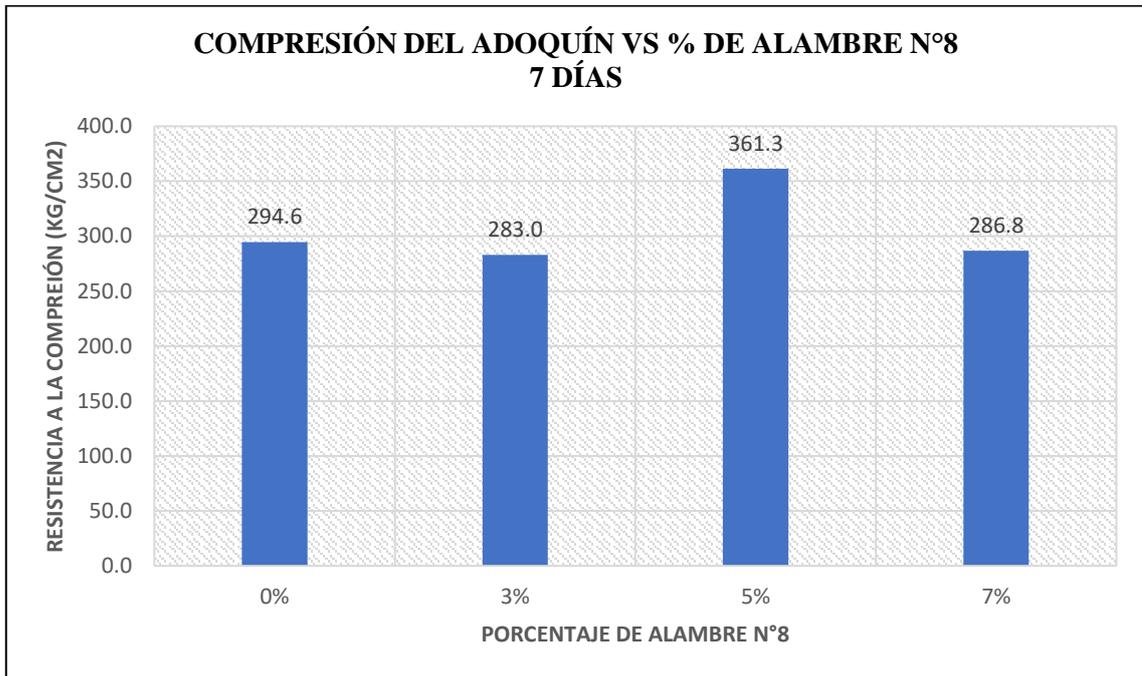
5.4 Análisis de resultados

5.4.1 Comparación de la compresión del adoquín convencional y adoquines reforzados

Los resultados obtenidos en el laboratorio fueron acordes a lo diseñado en el laboratorio privado, estos resultados se les realiza un análisis en un cuadro comparativo a los 7, 14 y 28 días desde su vaciado al molde de adoquín 10x20x10 cm, tales comparaciones se aprecian mejor en la figura 32 para los 7 días, en la figura 33 para los 14 días y en la figura 34 para los 28 días.

Figura 32

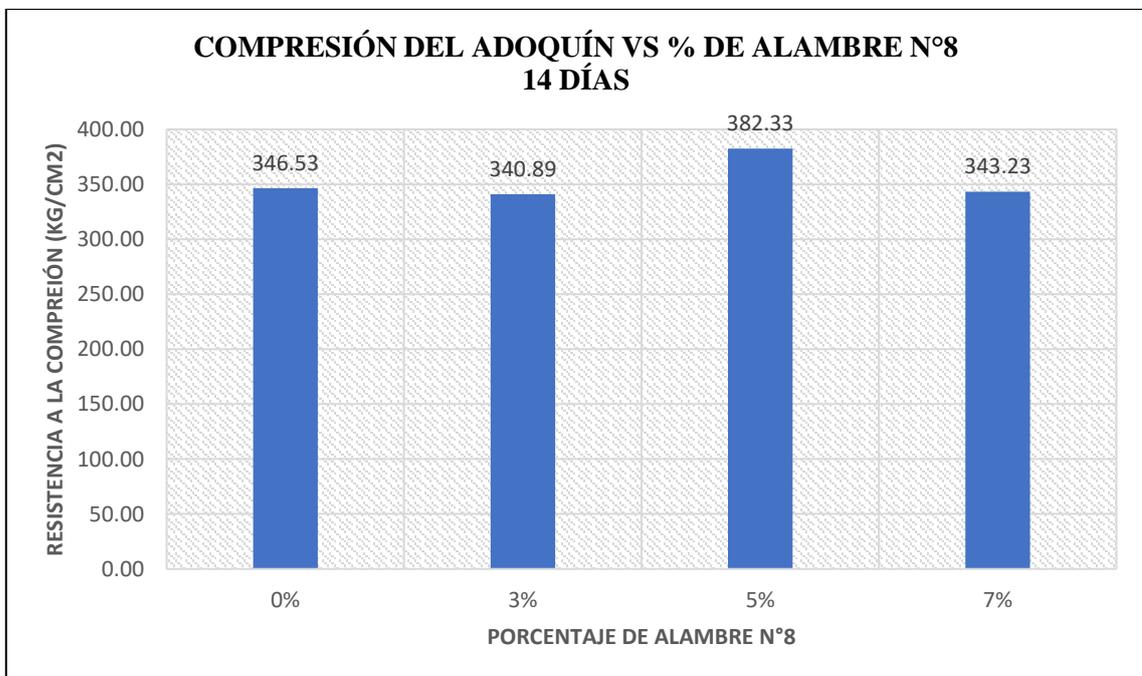
Comparación a los 7 días



Nota. Elaboración propia

Figura 33

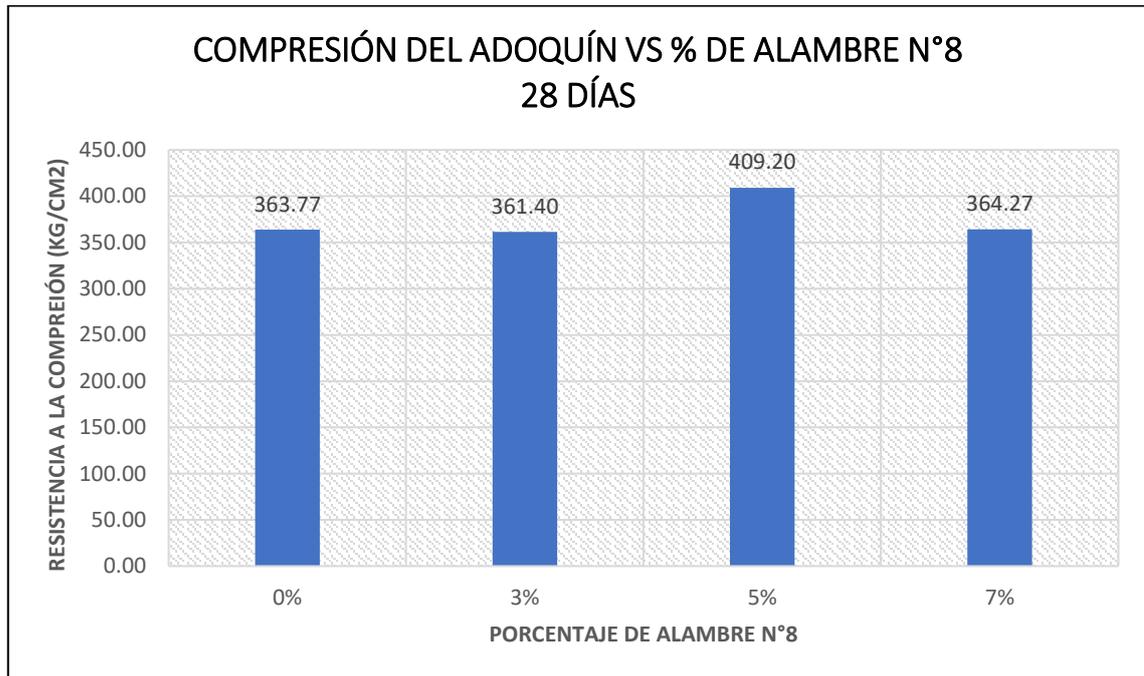
Comparación a los 14 días



Nota. Elaboración propia

Figura 34

Comparación a los 28 días



Nota. Elaboración propia

Los adoquines convencionales llegaron a la resistencia promedio al cual fue diseñado, los adoquines con 3% de alambre N°8 hicieron que el adoquín reforzado **disminuya** su resistencia a la compresión en **3.96 %** a los 7 días, **1.63%** a los 14 días como también **0.65%** a los 28 días.

Los adoquines con 5 % de alambre N°8 llegaron a **aumentar** su resistencia en **22.62%** a los 7 días, en **10.33 %** a los 14 días y **12.49%** a los 28 días.

Los adoquines con 7 % de alambre N°8 llegaron a **disminuir** su resistencia en **2.65%** a los 7 días y en **0.95%** a los 14 días, sin embargo, a los 28 días **aumentó** en **0.14%**.

Los alambres n°8 cortados en 1,5 pulgada aumentaron la resistencia del adoquín reforzado solo con el 5% por ciento de su peso, a comparación del 3% y 7% los cuales hicieron que disminuya su resistencia a la compresión a comparación del convencional según los resultados de los puntos 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 y 5.3.4.

El adoquín reforzado con 7% de alambre n°8 en pavimento semirrígido demostró una baja en la resistencia a la compresión a comparación de los demás porcentajes y hasta del convencional.

5.5 Contratación de hipótesis

5.5.1 Verificación de la Hipótesis

- Con los resultados determinados, el alambre N°8 al ser agregado al concreto de adoquín este aumenta su resistencia a la compresión, el cual hace que la hipótesis 1 sea correcta dando una mejor funcionalidad y uso al adoquín con dimensiones 10x20x10 cm.

- Se determina que la hipótesis 2 es correcta solo para el adoquín reforzado con 5% de alambre n°8 y si es adoquín reforzado con 3% y 7% de alambre n°8 disminuye su resistencia a la compresión.

CONCLUSIONES

1. Se consiguió determinar que “Usando el adoquín reforzado con alambre n°8 cortados en 1,5 pulgada mejoró la resistencia a la compresión en pavimentos semirrígidos”. Según los resultados en el capítulo V en la “figura 34” en los adoquines convencionales llegaron a la resistencia promedio de “363.77 Kg/cm²”, los adoquines con 3% de alambre N°8 tuvo una resistencia de “361.44Kg/cm²”, por lo que disminuye la resistencia a la compresión en un “0.65%”. en los adoquines con 5% de alambre N°8 tuvo una resistencia de “409.20 kg/cm²” por lo que llegaron a aumentar sus resistencias en un “12.49%” y en los adoquines con 7% de alambre N°8 tuvo una resistencia de”364.27kg/cm²” disminuyendo su resistencia en “0.14%”.
2. Con los resultados determinados del adoquín reforzado con alambre n°8 cortados en 1.5 pulgadas, aumentaron la resistencia a la compresión dando una mejor funcionalidad y uso al adoquín con dimensiones 10x20x10 cm. concluyendo que solo para 5% de alambre n°8 y si es 3% y 7% disminuirá su resistencia a la compresión.
3. Utilizando el diseño de mezcla hidráulica del ACI 211 y haciendo el ensayo de laboratorio según Norma Técnica Peruana 399.604, se analizó los resultados de los adoquines reforzados con alambre n°8 en pavimentos semirrígidos, teniendo como resultados que los adoquines reforzados con 5% de alambre n°8 en peso aumentaron su resistencia a la compresión a comparación de los adoquines reforzados con 3% y 7% de alambre n°8 los cuales disminuyeron sus resistencias a la compresión.

RECOMENDACIONES

1. En la mezcla del concreto hidráulico para adoquín, no se debe mezclar los alambres de 1.5 pulgadas en grandes proporciones, esto se debe hacer en cada molde y con el porcentaje adecuado a cada adoquín que deben ser de 3%, 5% y 7% para que se distribuya adecuadamente.
2. Al trabajar con alambre n°8 por no tener rugosidad tiende a no adherirse bien en el concreto, lo más práctico es tener alambres los cuales tengan rugosidad para que aporte más al adoquín.
3. Para investigaciones futuras relacionadas a adoquín reforzados con alambre n°8 es recomendable trabajar con porcentajes dentro de los rangos de 4% a 6% para determinar con más precisión el porcentaje óptimo.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima, Perú: San Marcos. Obtenido de <https://www.librosperuanos.com/libros/detalle/5021/Tecnologia-del-concreto>
- Aleman Garcia,F y Cantos Cortez,F (2016). *Evaluación del diseño de pavimentos con adoquines de concreto en las parroquias pertenecientes a la administración zonal quitumbe en el sur de Quito*. Casos de estudio: calles pertenecientes a las parroquias chillogallo y la ecuatoriana. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2969150>
- Alva Bercera, D. (2021). *Diseño de un pavimento adoquinado incorporando geocelda diamond grid en la carpeta de rodadura en la avenida industrial, Lurín 2021*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68738>
- Cachi Molina, C. (2019). *Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, reforzado con alambre negro recocido n°8 en forma vertical con un recubrimiento de 5 cm con referencia a un concreto patrón, sometida a variación de temperatura a 800°C*. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3115>
- Chaquila Burga, L. (2019). *Diseño de adoquines de concreto con adición de fibra de estopa de coco para mejorar su resistencia a compresión y propiedad térmica, Tarapoto*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52839>
- Lara Cano, E (1984). *Pavimento de adoquines de concreto hidráulico*. Obtenido de https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=zR2MxM&d=false&q=:*&i=1&v=1&t=search_0&as=0
- Lasluisa Chiza, V. A. (2022). *Análisis de la resistencia al desgaste y tracción indirecta de adoquín reforzado con fibra de caucho*. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4565507>
- Martínez Mayancela J.R. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24054>
- MANUAL DE CARRETERAS (2014). *Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

- NORMA TECNICA PERUANA 339.611 UNIDADES DE ALBAÑILERIA (2017). *Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>
- NORMA TECNICA PERUANA 339.204 CONCRETO (2016). *Especificación normalizada del concreto reforzado con fibra*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>
- NORMA TECNICA PERUANA 399.604 UNIDADES DE ALBAÑILERIA (2015). *Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>
- Pacheco Gonzalez, L. F. (2018). *Análisis del comportamiento mecánico en adoquines de concreto hidráulico con sustitución de agregado fino por grano de caucho reciclado en los tamices n°8 al n°20 -2.36mm-0.85mm y adición de polvo fino de microsilice*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/362/
- Ramírez Rojas, W. D (2017). *Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector vi c - el milagro – Trujillo - la libertad*. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3592>
- Sánchez Castillo, X.A. (2003). *Diseño de pavimento articulado para tráfico medio y alto*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/6f011213-8675-4efb-be13-9a294063ecb5/content>
- Taco Santos Pascual, N (2019). *DiseñoD de pavimentos con adoquines de concreto adicionando fibra de acero, avenida cesar vallejo, villa el salvador - lima – 2019*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72418>
- Yaranga Ramos, P. Y. (2022). *Características físicas y mecánicas del adoquín con fibra de vidrio para pavimentos de alto tránsito*. Obtenido de <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5136>

ANEXOS

Anexo A

Agregado grueso



JCP
INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C

Dirección: Av. Arenales 463, Lima Cercado - Lima
Contacto: 972974185
E-Mail: estructuras2016@gmail.com
Web: www.jcpingenieriaconsultoria.com

INFORME DE ENSAYO N°014-23 AG01

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-P-AG-01.02

PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194-23

UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 014-23 AG01

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL																																																																																											
NORMA NTP 400.012																																																																																											
DATOS DE LA MUESTRA																																																																																											
CANTERA / SONDAJE	Cantera Gloria			FECHA RECEPCIÓN : 22-08-23																																																																																							
UBICACIÓN	Km 14 de la carretera central (huaycan-ate)			FECHA ENSAYO : 22-08-23																																																																																							
N° MUESTRA	M-1			FECHA EMISIÓN : 23-08-23																																																																																							
TIPO DE MUESTRA	Agregado Grueso																																																																																										
COD. MUESTRA	015-AG-23																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Malla</th> <th rowspan="2">Peso (gr)</th> <th rowspan="2">Ret. Parcial (%)</th> <th rowspan="2">Ret. Acum. (%)</th> <th rowspan="2">que Pasa (%)</th> <th rowspan="2">Peso Inicial (gr)</th> </tr> <tr> <th>Tamiz</th> <th>mm.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3"</td> <td>76.2</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>3500.0</td> </tr> <tr> <td>2 1/2"</td> <td>63.5</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>Mod. Fineza</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>50.8</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>6.3</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>38.1</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>TMN</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25.4</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>1/2</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>19.05</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>PARAMETRO</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>12.7</td> <td>784.0</td> <td>22.4</td> <td>22.4</td> <td>77.6</td> <td>ASTM C-33</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.525</td> <td>1196.0</td> <td>34.2</td> <td>56.6</td> <td>43.4</td> <td>HUSO 7</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.76</td> <td>1388.0</td> <td>39.7</td> <td>96.2</td> <td>3.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° 8</td> <td>2.36</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>96.2</td> <td>3.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fondo</td> <td></td> <td>132.0</td> <td>3.8</td> <td>100.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Malla		Peso (gr)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	que Pasa (%)	Peso Inicial (gr)	Tamiz	mm.	3"	76.2	0.0	0.0	0.0	100.0	3500.0	2 1/2"	63.5	0.0	0.0	0.0	100.0	Mod. Fineza	2"	50.8	0.0	0.0	0.0	100.0	6.3	1 1/2"	38.1	0.0	0.0	0.0	100.0	TMN	1"	25.4	0.0	0.0	0.0	100.0	1/2	3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	PARAMETRO	1/2"	12.7	784.0	22.4	22.4	77.6	ASTM C-33	3/8"	9.525	1196.0	34.2	56.6	43.4	HUSO 7	N° 4	4.76	1388.0	39.7	96.2	3.8		N° 8	2.36	0.0	0.0	96.2	3.8		Fondo		132.0	3.8	100.0		
Malla		Peso (gr)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	que Pasa (%)	Peso Inicial (gr)																																																																																					
Tamiz	mm.																																																																																										
3"	76.2	0.0	0.0	0.0	100.0	3500.0																																																																																					
2 1/2"	63.5	0.0	0.0	0.0	100.0	Mod. Fineza																																																																																					
2"	50.8	0.0	0.0	0.0	100.0	6.3																																																																																					
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	0.0	100.0	TMN																																																																																					
1"	25.4	0.0	0.0	0.0	100.0	1/2																																																																																					
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	PARAMETRO																																																																																					
1/2"	12.7	784.0	22.4	22.4	77.6	ASTM C-33																																																																																					
3/8"	9.525	1196.0	34.2	56.6	43.4	HUSO 7																																																																																					
N° 4	4.76	1388.0	39.7	96.2	3.8																																																																																						
N° 8	2.36	0.0	0.0	96.2	3.8																																																																																						
Fondo		132.0	3.8	100.0																																																																																							
<p>CURVA GRANULOMETRICA</p>																																																																																											

Nota :
La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION CONSULTORIA S.A.C.

ING. JUAN CARLOS PATINO A
JEFE DE LABORATORIO
CIP 194402

Página 1 de 1
Versión : 02 (15/06/2022)

OBSERVACIONES:

- Este prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



INFORME DE ENSAYO N°046-23 AG03

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LEM-P-AG-03.02

PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194-23

UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 046-23 AG03

METODO DE ENSAYO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
NORMA NTP 400.021

DATOS DE LA MUESTRA

CANERA / SONDAJE : Cantera Gloria
UBICACIÓN : Km 14 de la carretera central (huaycán-ale)
N° MUESTRA : M-1
TIPO DE MUESTRA : Agregado Grueso
COD. MUESTRA : 015-AG-23

FECHA RECEPCIÓN : 22-08-23
FECHA ENSAYO : 23-08-23
FECHA EMISIÓN : 23-08-23

DATOS

Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (g)	4013
Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (g)	2499.0
Peso material seco en estufa (105 °C) (g)	3982.0

Gravedad Especifica	Densidad	
Gravedad Esp. (OD) (Base seca)	2.630	2630 kg/m ³
Gravedad Esp. (SSD) (Base saturada)	2.651	2651 kg/m³
Gravedad Esp. Aparente (Base Seca)	2.685	2685 kg/m ³
% de absorción	0.78 %	0.78 %

Nota :

La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la existencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



INFORME DE ENSAYO N°013-23 AG02

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-P-AG-02.02

PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194- 23

UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 013-23 AG02

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y LOS VACIOS EN LOS AGREGADOS
NORMA NTP 400.017

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA / SONDAJE : Cantera Gloria **FECHA RECEPCIÓN** : 22-08-23
UBICACIÓN : Km 14 de la carretera central (huaycan-ate) **FECHA ENSAYO** : 23-08-23
N° MUESTRA : M-1 **FECHA EMISIÓN** : 23-08-23
TIPO DE MUESTRA : Agregado Grueso
COD. MUESTRA : 015-AG-23

Datos del molde

Molde N°	1	N°
Peso del recipiente	6.237	kg
Volumen del recipiente	0.00942	m3

Peso Unitario Suelto

Prueba N°	1	2		Und.
peso del recipiente + agregado	18.636	18.679	18.747	kg
Peso del agregado	12.399	12.442	12.510	kg
Peso unitario del agregado	1316.24	1320.81	1328.03	kg/m3
absorción	1.20	1.20	1.20	%
Peso unitario del agregado SSD	1332.04	1336.66	1343.96	kg/m3

PROMEDIO P.U.S : 1321.69 kg/m3

Peso Unitario Compactado - procedimiento de apisonado

Peso total	20.981	21.056	21.030	kg
Peso del agregado	14.744	14.819	14.793	kg
Peso unitario del agregado	1565.18	1573.14	1570.38	kg/m3
Peso unitario del agregado SSD	1583.96	1592.02	1589.23	kg/m3

PROMEDIO P.U.C : 1569.57 kg/m3

Nota :

La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION
CONSULTORIA SAC

ING. JUAN CARLOS PATIÑO A
JEFE DE LABORATORIO
CIP 19442

Página 1 de 1

Versión : 02 (15-06-2023)

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



JCP
INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C

Dirección: Av. Arenales 463, Lima Cercado - Lima
Contacto: 912814185
E-Mail: d.estructuras2016@gmail.com
Web: www.jcpingenieriaconsultoria.com

INFORME DE ENSAYO N°013-23 AG11

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-P-AG.11.02

PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194-23

UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 013-23 AG11

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO																																											
NORMA NTP 339.127																																											
DATOS DE LA MUESTRA																																											
CANTERA / SONDAJE	: Cartera Gloria	FECHA RECEPCIÓN	: 22-08-23																																								
UBICACIÓN	: Km 14 de la carretera central (huaycan-ate)	FECHA ENSAYO	: 22-08-23																																								
TIPO DE MUESTRA	: M-1	FECHA EMISIÓN	: 23-08-23																																								
N° MUESTRA	: Agregado Grueso																																										
COD. MUESTRA	: 015 AG-23																																										
<table border="1"><thead><tr><th>N° de ensayo</th><th>N°</th><th>001</th><th>002</th></tr></thead><tbody><tr><td>Tara N°</td><td>N°</td><td>8</td><td>10</td></tr><tr><td>Mesa de Tara + suelo húmedo</td><td>g</td><td>1277</td><td>1275</td></tr><tr><td>Mesa de Tara + suelo seco</td><td>g</td><td>1274</td><td>1271.9</td></tr><tr><td>Peso de suelo húmedo</td><td>g</td><td>1000.00</td><td>973.00</td></tr><tr><td>Peso de tara</td><td>g</td><td>277.00</td><td>302.00</td></tr><tr><td>Peso de agua</td><td>g</td><td>3.00</td><td>3.10</td></tr><tr><td>Peso de suelo seco</td><td>g</td><td>997.00</td><td>969.90</td></tr><tr><td>Humedad</td><td>%</td><td>0.301</td><td>0.320</td></tr><tr><td>Promedio</td><td>%</td><td colspan="2">0.310</td></tr></tbody></table>				N° de ensayo	N°	001	002	Tara N°	N°	8	10	Mesa de Tara + suelo húmedo	g	1277	1275	Mesa de Tara + suelo seco	g	1274	1271.9	Peso de suelo húmedo	g	1000.00	973.00	Peso de tara	g	277.00	302.00	Peso de agua	g	3.00	3.10	Peso de suelo seco	g	997.00	969.90	Humedad	%	0.301	0.320	Promedio	%	0.310	
N° de ensayo	N°	001	002																																								
Tara N°	N°	8	10																																								
Mesa de Tara + suelo húmedo	g	1277	1275																																								
Mesa de Tara + suelo seco	g	1274	1271.9																																								
Peso de suelo húmedo	g	1000.00	973.00																																								
Peso de tara	g	277.00	302.00																																								
Peso de agua	g	3.00	3.10																																								
Peso de suelo seco	g	997.00	969.90																																								
Humedad	%	0.301	0.320																																								
Promedio	%	0.310																																									

Nota :
La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION
CONSULTORIA SAC

ING. JUAN CARLOS PATIÑO A
JEFE DE LABORATORIO
CIP 194402

Página 1 de 1
Versión: 02 (15-09-2022)

OBSERVACIONES:

- Esta prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



INFORME DE ENSAYO N°020-23 AG07

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-P-AG-07.02
PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194- 23
UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 020-23 AG07

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑO MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES					
NORMA NTP 400.019					
DATOS DE LA MUESTRA					
CANTERA / SONDAJE	Cantera Gloria		FECHA RECEPCIÓN : 22-08-23		
UBICACIÓN	Km 14 de la carretera central (huaycan-ate)		FECHA ENSAYO : 23-08-23		
N° MUESTRA	M-1		FECHA EMISIÓN : 23-08-23		
TIPO DE MUESTRA	Agregado Grueso				
COD. MUESTRA	015-AG-23				
TAMIZ		GRADACIONES			
Pasa	Retenido	A	B	C	D
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500.0		
1/2"	3/8"		2500.0		
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
PESO TOTAL			5000.0		
Retenido en la malla N° 12			3875.0		
Que pasa en la malla N° 12			1125		
N° de Esferas			11		
N° de Revoluciones			500		
Tiempo de Rotación (minutos)			30		
% Desgaste			22.50%		

Nota :
La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

JCP INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA SAC

ING. JUAN CARLOS PATIÑO A
JEFE DE LABORATORIO
CIP 194402

Página 1 de 1
Versión : 03 (04-11-2022)

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

Anexo B

Agregado fino



Dirección: Av. Arenales 463, Lima Cercado - Lima
 Contacto: 972674185
 E-Mail: d.estructuras2016@gmail.com
 Web: www.jcpingenieriaconsultoria.com

INFORME DE ENSAYO N°015-23 AG01

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-PAG-01.02
PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194- 23
UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 015-23 AG01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL																																																							
NORMA NTP 400.012																																																							
DATOS DE LA MUESTRA			FECHA RECEPCIÓN: 22-08-23																																																				
CANTERA / SONDAJE	Cantera Jicamarca		FECHA ENSAYO: 22-08-23																																																				
UBICACIÓN	Lurigancho - Chosica		FECHA EMISIÓN: 23-08-23																																																				
N° MUESTRA	M-2																																																						
TIPO DE MUESTRA	Agregado Fino																																																						
COD. MUESTRA	016-AG-23																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Malla</th> <th>Peso (gr)</th> <th>Ret. Parcial (%)</th> <th>Ret. Acum. (%)</th> <th>que Pasa (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tamiz 3/8"</td> <td>9.525</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>No4</td> <td>4.760</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>2.360</td> <td>54.0</td> <td>6.0</td> <td>94.0</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>1.190</td> <td>135.0</td> <td>14.9</td> <td>79.1</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.800</td> <td>247.0</td> <td>27.3</td> <td>51.9</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>0.300</td> <td>290.0</td> <td>25.4</td> <td>26.5</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0.149</td> <td>156.0</td> <td>17.2</td> <td>90.7</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0.074</td> <td>79.0</td> <td>8.7</td> <td>99.4</td> </tr> <tr> <td>Fondo</td> <td>5.0</td> <td>0.6</td> <td>100.0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Malla	Peso (gr)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	que Pasa (%)	Tamiz 3/8"	9.525	0.0	0.0	100.0	No4	4.760	0.0	0.0	100.0	8	2.360	54.0	6.0	94.0	16	1.190	135.0	14.9	79.1	30	0.800	247.0	27.3	51.9	50	0.300	290.0	25.4	26.5	100	0.149	156.0	17.2	90.7	200	0.074	79.0	8.7	99.4	Fondo	5.0	0.6	100.0		Peso Inicial (gr) 906.0 Mod. Fineza 2.39 PARAMETRO ASTM C-33 ARENA CONCRETO		
Malla	Peso (gr)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	que Pasa (%)																																																			
Tamiz 3/8"	9.525	0.0	0.0	100.0																																																			
No4	4.760	0.0	0.0	100.0																																																			
8	2.360	54.0	6.0	94.0																																																			
16	1.190	135.0	14.9	79.1																																																			
30	0.800	247.0	27.3	51.9																																																			
50	0.300	290.0	25.4	26.5																																																			
100	0.149	156.0	17.2	90.7																																																			
200	0.074	79.0	8.7	99.4																																																			
Fondo	5.0	0.6	100.0																																																				
CURVA GRANULOMÉTRICA 																																																							

Nota:
 La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

JCP INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.

ING. JUAN CARLOS PATINO A
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 194402

Página 1 de 1
 Versión: 02 (15-06-2022)

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



INFORME DE ENSAYO N°007-23 AG04

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LEM-P-AG-05.02
PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194- 23
UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 007-23 AG04

METODO DE ENSAYO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECIFICO) Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
NORMA NTP 400.022

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA / SONDAJE : Cantera Jicamarca
UBICACIÓN : Lurigancho - Chosica
N° MUESTRA : M-2
TIPO DE MUESTRA : Agregado Fino
COD. MUESTRA : 016-AG-23

FECHA RECEPCIÓN : 22-08-23
FECHA ENSAYO : 23-08-23
FECHA EMISIÓN : 23-08-23

DATOS

Peso material seco en estufa (110 °C) (g)	514.2
Peso pignometro+agua calibrada (g)	662
Peso pignometro+material+agua calibrada (g)	985.0
Peso material saturado sup. Seca (g)	522.0

Gravedad Especifica

		Densidad
Gravedad Esp. (OD) (Base seca)	2.584	2584 kg/m ³
Gravedad Esp. (SSD) (Base saturada)	2.623	2623 kg/m³
Gravedad Esp. Aparente (Base Seca)	2.689	2689 kg/m ³
% de absorción	1.52 %	1.52 %

Nota :

La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



INFORME DE ENSAYO N°007-23 AG12

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-P-AG.12.02
PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194-23
UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 007-23 AG12

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

MTC - E 219

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA / SONDAJE : Carretera Jicamarca
UBICACIÓN : Lurigancho - Chosica
TIPO DE MUESTRA : M-2
N° MUESTRA : Agregado Fino
COD. MUESTRA : 016-AG-23

FECHA RECEPCIÓN : 22-08-23
FECHA ENSAYO : 23-08-23
FECHA EMISIÓN : 23-08-23

ANÁLISIS DE SUELO

Volumen de Agua Destilada (ml)	500		
Peso del Suelo (g)	100		
Volumen de la Solución Tomada (ml)	100		
Peso de Capsula (g)	48.8700	48.3800	
Peso de Capsula + Sales Solubles (g)	48.9172	48.4288	
Peso de Sales Solubles (g)	0.05	0.05	Promedio
Contenido de Sales Solubles (%)	0.24	0.23	0.24
Contenido de Sales Solubles (ppm)	2360.00	2340.00	2350

Nota :

La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION
CONSULTORIA SAC

.....
ING. JUAN CARLOS PATIÑO A
JEFE DE LABORATORIO
CIP 194402

Página 1 de 1

Versión : 02 (15-06-2022)

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



INFORME DE ENSAYO N°014-23 AG02

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-P-AG-02.02

PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194- 23

UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 014-23 AG02

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y LOS VACIOS EN LOS AGREGADOS
NORMA NTP 400.017

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA / SONDAJE : Cantera Jicamarca
UBICACIÓN : Lurigancho - Chosica
N° MUESTRA : M-2
TIPO DE MUESTRA : Agregado Fino
COD. MUESTRA : 016-AG-23

FECHA RECEPCIÓN : 22-08-23
FECHA ENSAYO : 22-08-23
FECHA EMISIÓN : 23-08-23

Datos del molde		
Molde N°	1	N°
Peso del recipiente	6.237	kg
Volumen del recipiente	0.00942	m3

Peso Unitario Suelto				
Prueba N°	1	2		Und.
peso del recipiente + agregado	20.180	20.242	20.240	kg
Peso del agregado	13.943	14.006	14.003	kg
Peso unitario del agregado	1480.15	1486.73	1486.52	kg/m3
absorción	1.48	1.48	1.48	%
Peso unitario del agregado SSD	1502.05	1508.73	1508.52	kg/m3

PROMEDIO P.U.S **1484.47** **kg/m3**

Peso Unitario Compactado - procedimiento de apisonado				
Peso total	23.330	23.415	23.320	kg
Peso del agregado	17.093	17.178	17.083	kg
Peso unitario del agregado	1814.54	1823.57	1813.48	kg/m3
Peso unitario del agregado SSD	1841.40	1850.56	1840.32	kg/m3

PROMEDIO P.U.C **1817.20** **kg/m3**

Nota :

La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION
CONSULTORIA SAC

Juan Carlos Patiño A
ING. JUAN CARLOS PATIÑO A
JEFE DE LABORATORIO
CIF 194402

Página 1 de 1

Versión : 02 (15-06-2023)

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



INFORME DE ENSAYO N°014-23 AG11

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUAGHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-P-AG.11.02

PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194-23

UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 014-23 AG11

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO																																											
NORMA NTP 339.127																																											
DATOS DE LA MUESTRA		FECHA RECEPCIÓN : 22-08-23																																									
CANTERA / SONDAJE : Cantera Jicamarca		FECHA ENSAYO : 22-08-23																																									
UBICACIÓN : Lurigancho - Chosica		FECHA EMISIÓN : 23-08-23																																									
TIPO DE MUESTRA : M-2																																											
N° MUESTRA : Agregado Fino																																											
COD. MUESTRA : 016-AG-23																																											
<table border="1"><thead><tr><th>N° de ensayo</th><th>N°</th><th>001</th><th>002</th></tr></thead><tbody><tr><td>Tara N°</td><td>N°</td><td>14</td><td>8</td></tr><tr><td>Masa de Tara + suelo húmedo</td><td>g</td><td>746</td><td>750</td></tr><tr><td>Masa de Tara + suelo seco</td><td>g</td><td>739</td><td>743</td></tr><tr><td>Peso de suelo húmedo</td><td>g</td><td>500.00</td><td>497.00</td></tr><tr><td>Peso de tara</td><td>g</td><td>246.00</td><td>253.00</td></tr><tr><td>Peso de agua</td><td>g</td><td>7.00</td><td>7.00</td></tr><tr><td>Peso de suelo seco</td><td>g</td><td>493.00</td><td>490.00</td></tr><tr><td>Humedad</td><td>%</td><td>1.420</td><td>1.429</td></tr><tr><td>Promedio</td><td>%</td><td colspan="2">1.424</td></tr></tbody></table>				N° de ensayo	N°	001	002	Tara N°	N°	14	8	Masa de Tara + suelo húmedo	g	746	750	Masa de Tara + suelo seco	g	739	743	Peso de suelo húmedo	g	500.00	497.00	Peso de tara	g	246.00	253.00	Peso de agua	g	7.00	7.00	Peso de suelo seco	g	493.00	490.00	Humedad	%	1.420	1.429	Promedio	%	1.424	
N° de ensayo	N°	001	002																																								
Tara N°	N°	14	8																																								
Masa de Tara + suelo húmedo	g	746	750																																								
Masa de Tara + suelo seco	g	739	743																																								
Peso de suelo húmedo	g	500.00	497.00																																								
Peso de tara	g	246.00	253.00																																								
Peso de agua	g	7.00	7.00																																								
Peso de suelo seco	g	493.00	490.00																																								
Humedad	%	1.420	1.429																																								
Promedio	%	1.424																																									

Nota :
La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION
CONSULTORIA SAC

ING. JUAN CARLOS PATIÑO A
JEFE DE LABORATORIO
CIP 194402

Página 1 de 1
Versión : 02 (15-06-2022)

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERIA, CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.



INFORME DE ENSAYO N°004-23 AG10

SOLICITANTE : HENRY GALINDO HUACHACA - STUART HALL BURGER **CÓDIGO** : F-LAB-P-AG, 10.02
PROYECTO : TESIS DE ADOQUIN REFORZADO CON ALAMBRE N8 **N° OT** : 194- 23
UBICACIÓN : AV. ARENALES 463 - CERCADO DE LIMA - LIMA **N° INFORME** : 004-23 AG10

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN AGUA PARA AGREGADOS EN CONCRETO
NORMA NTP 400.042

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA / SONDAJE : Cantera Jicamarca **FECHA RECEPCIÓN** : 22-08-23
UBICACIÓN : Lurigancho - Chosica **FECHA ENSAYO** : 23-08-23
TIPO DE MUESTRA : M-2 **FECHA EMISIÓN** : 23-08-23
N° MUESTRA : Agregado Fino
COD. MUESTRA : 016-AG-23

DETERMINACIÓN DEL ION CLORUROS:

ANÁLISIS DE SUELO			
Volumen de agua destilada (ml)	500		
Peso de suelo seco (g)	100		
Alicuota Tomada (ml)	25		
Titulación del suelo	6.00		
Solución estandar de Nitrato de Plata (AgNO ₃)	2mg Cl ⁻ /mL		
Titulación de la solución Nitrato de Plata	1.700		
PH de ensayo	6.8		
Factor de Dilución (ml)	1.000		
Millilitros de solución usada (ml)	1.687	1.685	Promedio
Contenido de Cloruros (%)	0.042	0.042	0.04
Contenido de Cloruros (ppm)	416	421	418

DETERMINACIÓN DEL ION SULFATO:

ANÁLISIS DE SUELO			
Volumen de agua destilada (ml)	500		
Peso de suelo seco (g)	100		
Alicuota Tomada (ml)	28		
Titulación del suelo (g)	6.30		
Solución de Cloruro de Bario (BaCl ₂)	100mg / mL		
Peso del Crisol (g)	49.3600	48.8700	
Peso del Crisol + Residuos de Sulfatos (g)	49.3711	48.8810	
Residuo de Sulfatos (g)	0.0111	0.0110	Promedio
Contenido de Sulfatos (%)	0.073	0.072	0.07
Contenido de Sulfatos (ppm)	725	718	722

Nota :

Las muestras entregadas en laboratorio son identificadas y reconocidas por el solicitante.

Página 1 de 1

Versión : 02 (15-06-2022)

OBSERVACIONES:

- Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de JCP INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
- Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

JCP INGENIERÍA, CONSTRUCCIÓN
CONSULTORÍA S.A.C

ING. JUAN CARLOS PATIÑO A
JEFE DE LABORATORIO
CIP 184402

Anexo C

Presupuesto para la elaboración de la investigación

Presupuesto					
Título:	USO DE ADOQUÍN REFORZADO CON ALAMBRE N°8 PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PAVIMENTOS SEMIRRÍGIDOS				
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial
1.00	Programa de titulación por Tesis				
1.10	Inscripción	glb	2.00	250.00	S/. 500.00
1.20	Asesoría de metodología y de especialidad	glb	2.00	6,600.00	S/. 13,200.00
1.30	Internet	meses	7.00	90.00	S/. 630.00
2.00	Adoquín y Adoquín reforzado con alambre n°8				
2.10	Agregado grueso	kg	104.22	7.00	S/. 729.51
2.20	Agregado fino	kg	64.58	7.00	S/. 452.03
2.30	Cemento	bls	2.00	28.50	S/. 57.00
2.40	Alambre n°8	kg	10.0	65.00	S/. 65.00
2.50	Agua	lt	26.50		S/. -
2.60	Laboratorio	glb	1.00	1,000.00	S/. 1,000.00
3.00	Impresiones y copias				
3.10	Impresiones	glb	1.00	100.00	S/. 100.00
3.20	Copias	glb	5.00	100.00	S/. 500.00
				TOTAL	S/. 17,233.54