



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Efecto del uso de fibras de acero en el pavimento rígido, caso:  
Ayacucho, 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Vargas Cruzatt, Wenceslao (ORCID: [0000-0001-9177-4236](https://orcid.org/0000-0001-9177-4236))**

**ASESOR:**

**MG. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: [000-002-9320-0540](https://orcid.org/000-002-9320-0540))**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de Infraestructura Vial**

**Lima - Perú**

**2021**

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi ser esta tesis a mis padres sin él y ella no lo habría logrado. Tu bendición papá a diario a lo largo de la vida, siempre vivirás en mi corazón.

## **Agradecimiento**

A mis padres por inculcarme y mostrarme el camino hacia la superación.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de Gráficos y Figuras.....	vi
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	12
3.2. Variables y Operacionalización .....	13
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5. Procedimientos .....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos Éticos .....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN .....	30
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES .....	36
REFERENCIAS .....	37
ANEXOS.....	42

## Índice de Tablas

Tabla N° 0 1 Materiales por metro cubico de concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ .....	19
Tabla N° 0 2 Resultados de las pruebas a compresión del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ convencional sin dramix 4D. ....	19
Tabla N° 0 3 Resultados de las pruebas a compresión del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con adición del 3% de dramix 4D. ....	20
Tabla N° 0 4 Resultados de las pruebas a compresión del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con adición del 5% de dramix 4D. ....	20
Tabla N° 0 5 Resultados de las pruebas a flexión del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ convencional sin dramix 4D. ....	22
Tabla N° 0 6 Resultados de las pruebas a flexión del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con 3% de fibra de acero dramix 4D. ....	22
Tabla N° 0 7 Resultados de las pruebas a flexión del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con 5% de fibra de acero dramix 4D. ....	23
Tabla N° 0 8 Calcificación vehicular e (IMDA). ....	24
Tabla N° 0 9 Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO 93, con concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ sin fibra de acero dramix 4D. ....	25
Tabla N° 0 10 Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO 93, con concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con 3% de fibra de acero dramix 4D ....	26
Tabla N° 0 11 Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO 93, con concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con 5% de fibra de acero dramix 4D. ....	27
Tabla N° 0 12 cotización de materiales para concreto. ....	28
Tabla N° 0 13 Análisis de precio por m2 del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ sin dramix 4D. ....	28
Tabla N° 0 14 Análisis de precio por m2 del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con 3% de dramix 4D. ....	29
Tabla N° 0 15 Análisis de precio por m2 del concreto $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con 5% de dramix 4D. ....	29

## Índice de Gráficos y Figuras

Grafico N° 1 Resultados de los ensayos a compresión de las probetas a los 7, 14 y 28 días. ....	21
Grafico N° 2 Resultados de los ensayos de las vigas de 6"x6"x21" a los 7, 14 y 28 días. ....	23
Imagen N° 0 1 Vista de la Evaluación del Pavimento de la Av. Mariscal Castilla (Losa deteriorada por perdida a Flexión). ....	41
Imagen N° 0 2 Vista de la Evaluación del Pavimento de la Av. Arenales (Losa deteriorado por perdida a Flexión). ....	41
Imagen N° 0 3 Recojo de la muestra de Agregado Grueso (Piedra Chancada) de la Cantera Chillico. ....	42
Imagen N° 0 4 Recojo de la muestra de Agregado Fino (Arena Zarandeada) de la Cantera Chillico. ....	42
Imagen N° 0 5 Procesamiento de Muestras en Laboratorio del Agregado Grueso y Fino (Obtención de muestras representativas-Cuarteo). ....	43
Imagen N° 0 6 Ensayo de Peso unitario de agregado grueso. ....	43
Imagen N° 0 7 Ensayo de Peso unitario de Agregado Fino. ....	44
Imagen N° 0 8 Análisis granulométrico del Agregado Fino (Arena Zarandeada). ....	44
Imagen N° 0 9 Análisis granulométrico del Agregado Grueso (Piedra Chancada). ....	45
Imagen N° 0 10 Muestra para determinar el ensayo de Abrasión los Ángeles. ....	45
Imagen N° 0 11 Ensayo de abrasión de los ángeles. ....	46
Imagen N° 0 12 Materiales para la elaboración de Probetas y Vigas (Cemento, Piedra Chancada, Arena Zarandeada, Dramix 4D y Agua). ....	46
Imagen N° 0 13 Elaboración de Probetas de Concreto. ....	47
Imagen N° 0 14 Equipo para realizar los ensayos de resistencia a Flexión en las Vigas. ....	47
Imagen N° 0 15 Ensayos de Compresión Simple en testigos con 3% de Dramix 4d. ....	48
Imagen N° 0 16 Realizando ensayos de resistencia a la compresión simple de los concretos. ....	48

Imagen N° 0 17 Realizando el ensayo a flexión en las vigas.....	49
Imagen N° 0 18 Vigas después de los ensayos de flexión en las vigas.....	49

## Resumen

El presente estudio se realizó de manera experimental, analizando los resultados obtenidos en el laboratorio de la influencia de las fibras de acero dramix 4D en las propiedades mecánicas del concreto como en su resistencia a compresión y flexión.

En este trabajo se realizó tres tipos de mezclas, un concreto sin fibras de acero dramix 4D siendo esto el concreto patrón o convencional y los otros dos con adición de 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D, donde se elaboró 9 probetas de concreto convencional, 9 con 3% de dramix 4D y 9 con 5% de dramix 4D, así mismo las vigas de 6"x6"x21", 9 probetas de concreto patrón y 18 con adición de 3% y 5% de dramix 4D, las cuales se sometieron a pruebas de compresión y flexión a los 7,14 y 28 días según la norma ASTM C39 para esfuerzos a compresión y ASTM C78 para esfuerzo a flexión, los resultados analizados muestran que no influye en la mejora de la resistencia a compresión, mientras en la resistencia a flexión presenta una mejora significativa en 26.07% y 36.93% esto para la adición de 3% y 5% respectivamente de fibra dramix 4D, esta mejora reduce el espesor de la losa del pavimento rígido. De esta manera cumpliendo con los objetivos propuestos.

**PALABRA CLAVE:** Fibra de acero dramix 4D, concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ , resistencia a compresión, resistencia a flexión.

## **Abstract**

The present study was carried out experimentally, analyzing the results obtained in the laboratory of the influence of dramix 4D steel fibers on the mechanical properties of concrete as well as its resistance to compression and bending.

In this work, three types of mixtures were made, a concrete without dramix 4D steel fibers, this being the standard or conventional concrete and the other two with the addition of 3% and 5% of dramix 4D steel fiber, where 9 specimens of conventional concrete, 9 with 3% dramix 4D and 9 with 5% dramix 4D, likewise the 6 "x6" x21 "beams, 9 test specimens of standard concrete and 18 with addition of 3% and 5% dramix 4D, which were subjected to compression and bending tests at 7, 14 and 28 days according to the ASTM C39 standard for compressive stress and ASTM C78 for bending stress, the results analyzed samples that it does not influence the improvement of the compressive strength While in flexural strength it presents a significant improvement in 26.07% and 36.93%, this for the addition of 3% and 5% respectively of demix 4D fiber, this improvement reduces the thickness of the rigid pavement slab. In this way, fulfilling the proposed objectives.

**KEYWORDS:** Dramix 4D steel fiber, concrete  $f'c = 300 \text{ Kg / cm}^2$ , compressive strength, flexural strength.

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de nuestra historia los seres humanos hemos venido mejorando los materiales de construcción buscando mejorar las condiciones de vida. Hoy en día la industria de la construcción se ha convertido al concreto como uno de sus materiales más utilizados, esto gracias a su facilidad de moldeado, así como sus características físicas y mecánicas. En diversos países se viene utilizando el Dramix 3D, 4D y 5D, con la finalidad de mejorar su capacidad de mejorar su resistencia a flexión, ya que el concreto por si solo tiene una baja resistencia a flexión.

Es importante considerar que una buena parte de las vías urbanas están construidas con pavimento rígido las cuales sufren fallas a flexión o tracción, a esta deficiencia se pretende mejorar adicionando las grapas Dramix en sus diferentes tipos y proporciones según la necesidad requerida por el diseño de vía urbana.

En nuestro país es primordial contar con una buena infraestructura vial urbana y que puedan cumplir con su vida útil así como garantizar una circulación segura por ellas. El deterioro de estas vías se da por diferentes factores estas pueden ser por deficiencias en el mejoramiento de la sub rasante, sub base y la baja resistencia del concreto a flexión.

En la actualidad existen diferentes técnicas de mejoramiento tanto de las sub estructuras así como la estructura del pavimento, donde tenemos desde aditivos hasta fibras y grapas como Dramix, estos con el propósito de mejorar su desempeño y garantizar su vida útil del pavimento rígido. En diferentes partes del Perú se viene realizando los estudios uso de aditivos y las fibras Dramix como en Juliaca (Condori Larico, 2016) En su tesis donde analizó la incidencia de las fibras dramix en las propiedades mecánicas del concreto encontrando resultados favorables del concreto con fibra Dramix, donde mejora considerablemente su resistencia a flexión, siendo esto superior al concreto convencional; así mismo (Moran Chávez, 2020) en su tesis donde plantea mejorar las propiedades mecánicas del pavimento incorporando fibra de acero, concluyendo que la adición de fibra de acero Dramix mejora hasta un 12% y 13% en la resistencia a flexión frente a un concreto convencional, por ende se pueda reducir el peralte de la carpeta de

concreto del pavimento rígido, con la adición de las fibras de Dramix al concreto y que esta pueda presentar condiciones favorables de trabajabilidad y resistencia a flexión así como a compresión.

En la provincia de Huamanga la ciudad de Ayacucho presenta en su mayoría vías urbanas de pavimento rígido, las cuales cuenta con avenidas de alta carga vehicular de vehículos de carga pesada, como por ejemplo la Avenida Ramón Castilla, Avenida Cusco, Avenida Arenales y otros. En la actualidad estas avenidas se encuentran deterioradas y en malas condiciones presentando fallas como baches, piel de cocodrilo, agrietamientos y otros.

De acuerdo a esta realidad encontrada de las vías, se observa que el espesor y tipo de concreto en la carpeta del pavimento rígido no soportan la carga vehicular presente, generando deterioros y quedando en mal estado, esto genera deterioros a las unidades vehiculares así mismo la incomodidad de los vecinos aledaños a esta vía; por ello, se plantea una alternativa adicionando las fibra de acero Dramix al concreto en una proporción adecuada con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas del concreto, primordialmente a flexión.

Las avenidas antes mencionadas con presencia de vehículos carga pesada son de pavimento rígido ya deteriorado, las cuales se siguen utilizando por la necesidad de transitar por estas vías autorizadas para carga pesada; ante esta situación se requiere del uso y mejoramiento del concreto de su resistencia a flexión y compresión para garantizar la vida útil del pavimento rígido.

Por consiguiente se plantea el siguiente problema general: ¿Cómo influye las fibras acero dramix 4D en el pavimentos rígido de concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ , en la ciudad de Ayacucho - 2021?; mientras los problemas específicos son: ¿Cómo influye la adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D en la resistencia a compresión y flexión del concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en pavimento rígido de la ciudad de Ayacucho - 2021?; ¿Cómo influirá la adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D al concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en el espesor de pavimento rígido de la ciudad de Ayacucho - 2021?; ¿Cuál es el costo beneficio entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D de concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad de Ayacucho - 2021?.

La presente investigación brinda una alternativa de solución a las deficiencias que presenta el concreto en el pavimento rígido, utilizando la fibra de acero dramix 4D para la mejora de sus propiedades mecánicas del concreto utilizados en carpeta del pavimento rígido, sin un incremento significativo en el costo de producción y la instalación de este material en las vías de la ciudad de huamanga en el ámbito urbano y sus alrededores.

Ya que la carpeta del pavimento rígido es la que absorbe la mayor cantidad de carga transmitida de los vehículos, por ende se requiere construir de manera eficiente y eficaz, por lo que mediante los ensayos de compresión simple y flexión de vigas de ensayo se determinara la influencia en sus resistencia a compresión y flexión al adicionar el 3% y 5% de la fibra de acero Dramix 4D, esto en relación al peso del cemento en un concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ , además se evaluara el costo beneficio en la producción de este concreto, con la obtención de los resultados favorables, se pretende producir el concreto para la construcción de las vías urbanas que soportan alto tránsito de vehículos pesados en la ciudad de Ayacucho.

Como consecuencia se plantea la hipótesis general: La adición de las fibras acero Dramix 4D influirá significativamente en el pavimento rígido de concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad de Ayacucho - 2021; así mismo las hipótesis específicas de este estudio son: La adición del 3% y 5% de fibra de acero Dramix 4D influirá significativamente en la resistencia a compresión y flexión del concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en el pavimento rígido de la ciudad de Ayacucho - 2021; La adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D al concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  influirá significativamente en el espesor del pavimento rígido de la ciudad de Ayacucho - 2021; El costo beneficio de un pavimento rígido con adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D de concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  influirá significativamente frente a un pavimento rígido convencional en la ciudad de Ayacucho - 2021.

Por consiguiente se plantea el objetivo general: Determinar la influencia de las fibras de acero Dramix en el pavimento rígido de concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad de Ayacucho - 2021; así mismo para alcanzar este objetivo se formula los siguientes objetivos específicos: Determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  con la adición del 3% y 5% de fibra de acero Dramix 4D en el pavimento rígido de la ciudad de Ayacucho - 2021; Determinar la influencia

con la adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D al concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en el espesor del pavimento rígido de la ciudad de Ayacucho - 2021; Determinar el costo beneficio entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D de concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad de Ayacucho - 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Se describen los antecedentes de los trabajos de investigación de autores extranjeros y nacionales que realizaron los estudios referidos al tema, la adición de las fibras de acero al concreto con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas como su resistencia a compresión y flexión.

En el invito internacional, (Valencia Castro & Quintana Cruz, 2016). “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14% (Tesis de pregrado). Bogotá - Colombia. Teniendo como objetivo general de evaluar el desempeño del concreto convencional y reforzado incorporando de fibra de acero en 12% y 14%, para conocer cuánto es la mejorada de sus capacidades del concreto, realizando su análisis en una población de 27 probetas cilíndricas de 10x20 cm, encontrando las siguientes conclusiones, donde las probetas con la adición de fibras de acero al 14% fue el más relevante superando en un 13.65% en su resistencia frente a la probeta sin adición de fibra de acero, así mismo las probetas si fibra de acero tiene una falla frágil mientras con fibra de acero tienden a tener falla dúctil, mientras su trabajabilidad o maniobrabilidad del concreto disminuye de forma proporcional de adición de la fibra de acero.

Así mismo (Carrera Orbe & Zea la Rochelle, 2018). “Evaluación de las propiedades mecánicas de la mezcla de hormigón y fibras de acero dramix 3d en diferentes dosificaciones para la aplicación en pavimentos rígidos, utilizando cemento puzolánico he y agregados de la planta holcim pifo-quito” (tesis de pregrado), Quito - Ecuador. Con el objetivo de analizar el comportamiento mecánico del concreto con diferentes porcentajes de fibra de acero dramix 3D y su uso en vías de pavimento rígido, evaluando en una población de 30 probetas cilíndricas de 15x30cm y 30 vigas de 6x6x21 pulgadas con fibra de acero de 0 Kg/m<sup>3</sup>, 5 Kg/m<sup>3</sup>, 10 Kg/m<sup>3</sup>, 20 Kg/m<sup>3</sup> y 25 Kg/m<sup>3</sup>. Encontrando resultados, donde la capacidad de residual del concreto con 25 Kg/m<sup>3</sup> es cuatro veces mayor al de un concreto sin fibra de acero dramix 3D, así mismo con la adición de 25 Kg/m<sup>3</sup> este duplica su resistencia a tracción frente a un concreto sin fibra de acero.

Así también (Robalino Cabrera & López Chipre, 2017) Determinación de cantidad óptima de fibra de acero para la elaboración de hormigón de cemento portland de MR = 4.5 Mpa, para losas de pavimento rígido (Tesis de pregrado). Ecuador. Con el objetivo de encontrar la proporción adecuada de fibra de acero para el hormigón de módulo de rotura MR = 4.5 Mpa, el estudio se realizó en una población de 50 probetas cilíndricas de 15X30cm y vigas de 15x15x55cm, a partir de los ensayos experimentales en el laboratorio, obtiene resultados favorables en sus propiedades mecánicas del hormigón de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  con fibra de acero alcanza una resistencia a compresión de  $489.29 \text{ Kg/cm}^2$  mientras a flexión  $45.03 \text{ Kg/cm}^2$ , por lo que concluye que la adición óptima de fibra de acero es de  $20 \text{ Kg/cm}^3$ , en losas de pavimento de MR = 4.5 Mpa. Así mismo su resistencia a compresión a los 28 días presenta un incremento de 5.99%, mientras que su resistencia a flexión tiene un incremento de 35% a los 28 días, respecto a su trabajabilidad concluye que disminuye en un 30% respecto a un hormigón convencional.

Por otra parte (Beltrán Bermúdez, 2020) Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto reforzado de resistencia de 3000 psi (21 Mpa), con la incorporación de residuos de las industrias, Colombia. Con el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas del concreto de 21 Mpa, con la incorporación del 3%, 5% y 7% de fibra metálica, generado por tornos industriales, para lo cual cuenta con una población de 24 probetas cilíndricas de 15x30 cm y 24 vigas de 6"x6"x21", con un análisis cuantitativo experimental presenta resultados al esfuerzo a compresión de 21.33 Mpa, 17.66 Mpa, 17.25 Mpa y 14.24 Mpa esto adición de fibra de acero de 0%, 3%, 5% y 7% respectivamente, mientras que al esfuerzo a flexión 3.25 Mpa, 2.64 Mpa, 2.29 Mpa y 2.47 Mpa, de donde concluye que las fibras de acero producido por tornos industriales no es apto para el refuerzo del concreto, ya que estos disminuyen su resistencia a compresión y flexión, finalmente recomienda utilizar aditivo para mejorar su trabajabilidad del concreto con fibra de acero ya que disminuye su fluidez.

También (Ávila Sarmiento & Buriticá Rincón, 2016) Análisis del comportamiento a cortante de concretos de 21Mpa y 44Mpa reforzado con fibras de acero (Tesis de pregrado) Universidad la Gran Colombia, Bogotá - Colombia, con el objetivo de analizar su resistencia a compresión de los concretos 21 Mpa y 44 Mpa adicionado

fibra de acero dramix 65/60 y 80/60 en cuantías de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%, para lo cual realizo 54 vigas de 15x15x55cm, la investigación se realizó desde un enfoque cuantitativo, con lo que concluye donde la adición de fibra de acero 65/60 logra un incremento de 197% para el concreto 21 Mpa y un 202% para el concreto 44Mpa, mientras que para la incorporación de 80/60 la mejora es de 27% para el concreto 21Mpa y 249% en el concreto de 44Mpa, además concluye que la falla frágil de los concreto ya se presentan de manera dúctil. De donde recomienda que el porcentaje optimo es 1.5% de fibra de acero dramix.

Mientras en el invito nacional, (Aguirre Landázuri, 2021) Influencia de la fibra de acero como material de refuerzo de concreto para reducir el espesor de pavimentos de mediano tránsito (Tesis de pregrado) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú, con el objetivo de estudiar cuanto influye las fibras de acero utilizados como refuerzo del concreto en la reducir de su espesor del pavimento de mediano tránsito, para lo cual cuenta con una población 65 probetas cilíndricas de 15x30cm y 30 vigas de 15x15x55cm, el estudio se realizado es aplicado y experimental, alcanzando resultados en los ensayos a compresión a los 28 días de 360.41Kg/cm<sup>2</sup>, 378.96Kg/cm<sup>2</sup>, 365.69Kg/cm<sup>2</sup>, 369.88Kg/cm<sup>2</sup> y 370.23Kg/cm<sup>2</sup>; estos con fibra de acero de 0.00Kg/m<sup>3</sup>, FMZ-35mm - 20 Kg/m<sup>3</sup>, FMZ-35mm - 30 Kg/m<sup>3</sup>, FMZ-60mm - 20 Kg/m<sup>3</sup> y FMZ-60mm - 30 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente, mientras al módulo de rotura o flexión de 30.90Kg/cm<sup>2</sup>, 49.21 Kg/cm<sup>2</sup>, 50.81 Kg/cm<sup>2</sup>, 46.73 Kg/cm<sup>2</sup> y 59.12 Kg/cm<sup>2</sup>, en la misma secuencia anterior, de donde concluye que el diseño realizado convencional es de 350Kg/cm<sup>2</sup>, se evidencia que los concretos con fibra de acero mejora en su resistencia a compresión y flexión, después de la coerción de diseño del pavimento la mejor reducción se alcanza con FMZ-60 mm - 30Kg/m<sup>3</sup> reduciendo en 285 mm, representado esto un 21% en comparación al concreto convencional.

Así también (Salcedo Puma, 2019) Influencia de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos en el distrito La Victoria - Lima, 2019 (tesis de pregrado), con el objetivo de determinar cuánto influyó en la mejora de su resistencia a flexión del concreto con la incorporación de las fibras de acero en el diseño del pavimento rígido, la población del estudio cuenta con 18 vigas rectangulares de 15x15x50cm de concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , así mismo la investigación se desarrolló en un

enfoque cuantitativo, en la que obtiene resultados de esfuerzo a flexión de 40 Kg/cm<sup>2</sup> sin fibra de acero y 50 Kg/cm<sup>2</sup> con fibra de acero, además el espesor del pavimento sin fibra de acero es de 20.60cm y con fibra de acero es de 17.60cm, de lo cual concluye que la incorporación de fibra de acero mejora considerablemente su resistencia a flexión, mientras en el espesor del pavimento presenta una reducción de hasta 3cm.

Así mismo (Moran Chávez & Huerta Bartolo, 2020) Propuesta de mejora del comportamiento mecánico en pavimentos rígidos mediante la aplicación de fibra de Acero en la av. los héroes: tramo av. miguel iglesias y av. 26 de noviembre (Tesis de pregrado), con el objetivo de demostrar que con la adición de las fibras de acero dramix 4D en las losas del pavimento rígido mejorara el comportamiento mecánico de las estructuras de las vías, el cual ha contado con una población 16 vigas de 6"x6"x21" de concreto  $f'c = 350$  Kg/cm<sup>2</sup>, evaluando por el método experimental y descriptivo, con el que encontró que los resultados a flexión para el concreto sin fibra de acero alcanza 61 Mpa y con 15 Kg/m<sup>3</sup> de acero alcanza 69 Mpa siendo este resultado superior en 13% frente al concreto sin fibra de acero, de lo cual concluye que con la incorporación de fibra de acero mejora de manera significativa el comportamiento mecánico del pavimento rígido, mientras en el diseño del espesor alcanza un disminución de 25 cm a 22 cm de donde se tiene una reducción de 3cm.

Por otra parte (Miranda Centeno & Rado Moreno, 2019) Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac (Tesis de pregrado), con el objetivo de proponer una mezcla distinta concreto refuerzo con fibra de acero, cemento puzolánico y aditivos plastificante en la construcción de pavimentos rígido de la región de Apurímac, esta investigación ha ensayado en 18 probetas de 15x30 cm y 18 vigas de 15x15x55 cm, de manera experimental en la cual obtiene resultados en relación al agua/cemento siendo estos para  $a/c = 0.40$ ,  $a/c = 0.45$  y  $a/c = 0.50$ , alcanzando una resistencia a compresión de 450 Kg/cm<sup>2</sup>, 385 Kg/cm<sup>2</sup> y 350 Kg/cm<sup>2</sup> esto a los 28 días, mientras a tracción 36, 36.8 y 40 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente con adición de 20, 25 y 30 Kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero, mientras en su análisis de costo los concretos de  $a/c = 0.40$  y  $0.45$ , tienen una variación

aceptable, sin embargo el de  $a/c = 0.50$  su costo ya es excesivo afectando los beneficios.

Finalmente (Condori Larico, 2016) análisis de la influencia de las fibras de acero dramix en el comportamiento elástico del concreto empleando el cemento portland tipo I (Tesis de pregrado), con el objetivo de evaluar y determinar la influencia de las fibras de acero en la variación de su comportamiento elástico del concreto utilizando cemento portland del tipo I, para lo cual a contado con una población de concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  y  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , de 32 probetas de  $15 \times 30 \text{ cm}$  y 16 vigas de  $15 \times 15 \times 50 \text{ cm}$ , se estudió con un método de investigación experimental ya que se manipulan las variable independiente, los resultados encontrados en 28 días ensayados para el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en las pruebas compresión sin fibra de acero  $232.09 \text{ Kg/cm}^2$  y con fibra de acero al 1% en relación al volumen es de  $267.87 \text{ Kg/cm}^2$ , sin embargo a flexión para el concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  es de  $2.51 \text{ Mpa}$  y  $3.1 \text{ Mpa}$ , mientras para el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  es de  $3.75 \text{ Mpa}$  y  $4.31 \text{ Mpa}$  respectivamente, concluyendo que el concreto con la incorporación de fibra de acero dramix mejora considerablemente en su comportamiento elástico, así mismo los resultados a flexión demuestran que con la incorporación de las fibras de acero arrojaron mayor resistencia.

En el ámbito local no se tiene ninguna referencia respecto al tema de esta investigación, por lo que esta quedara como precedente para futuras investigaciones.

Por otra parte, este estudio cuenta con estudios y teorías relacionadas con el tema lo cual detallamos.

En elemento concreto es un material endurecido que resulta de la combinación de agregados áridos, cemento, aire atrapado y agua y dependiendo de la necesidad se incorpora aditivo, este material tiene en su estado fresco se puede moldear a la forma deseada logrando esto con el encofrado en las dimensiones deseadas. En esta mezcla elemento tiene la particularidad de reaccionar de forma química al contacto con el agua logrando unir los agregados en aglomerado de masa sólida, donde en tiempo de curado con agua influye directamente en su resistencia a compresión y flexión. (Ortega García, 2014, pág. 11)

Por otra parte el cemento se a definido como materiales que con la cantidad apropiada de agua forman pasta aglomerante con capacidad de endurecer como en el agua, aire libre formando una estructura compuesta y estable (Rivva , 2000), asi mismo según Pasquel: la hidratación el proceso químico que depende del tiempo, humedad y la temperatura (Pasquel, 1998)

Concreto reforzado: recibe esta denominación el concreto con acero incorporado pudiendo ser de mallas electro soldadas, acero en varillas, fibras de acero disperso, etc. Con esto adsorbe los esfuerzos que el concreto por sí solo no puede hacerlo, entendiéndose que la capacidad de esfuerzo es en conjunto esto a partir de la compatibilidad de los materiales. (Segura Franco, 2011).

El Esfuerzo a Compresión: Resulta de la reducción en una de sus dimensiones esto a la aplicación de cargas opuestas en la misma dirección ejerciendo aplastamiento (Merriam - Webster SINCE , 2021).

El esfuerzo a la Flexión: esta capacidad del concreto esta relaciona al módulo de rotura (MR), en los pavimentos de concreto este factor influye en la carga de tránsito o vehicular del mismo modo la capacidad de soporte de la subrasante, esta propiedad de resistencia a flexión varia aproximadamente entre 10% al 15% respecto a su resistencia a compresión. (Civil Engineering Forum, 2019).

Las estructuras conformadas como vigas, transmiten las cargas de forma transversal estas a su vez generan esfuerzo cortante, momento flector (Park & Paulay, 1978), las vías con losa soportan cargas de presión y peso, estos también soportan esfuerzos de flexión y tensión. Por otra parte es importante comprender que las vigas se puede contemplar en aquello que se pueda calcular y analizar las tensiones, desplazamientos y esfuerzos que soporta (Arqhys, 2016).

Las fibras de acero son elementos que actúan en tres dimensiones de esta manera remplazando a las mallas convencionales como las varillas en placas, mallas electro soldadas que son utilizados en losas de contra piso, pavimentos y otros, que soportan cargas de hasta 500 Kg/cm<sup>2</sup>; donde remplazan al refuerzo de acero en sobre losas, losas colaborantes, pisos industriales, pavimentos, etc. (Proalco - Bekaert, 2016), por otra parte la introducción de las fibras de acero en el concreto generan el incremento de sus resistencia a esfuerzos máximos en un mayor pico

de tensiones, la distribución tridimensional de las fibras asegura el control de los agrietamientos, ya que estos son incluidos en la pasta de preparación del concreto, la transferencia de esfuerzos por las fibras genera el efecto de puenteo (Mendieta Higuera, 2017, pág. 38).

Las fibras de acero se dividen en cinco grupos en base al material utilizado para su producción.

- 1.- Cold drawn wire (alambre estirado frio)
- 2.- Cut sheet (Cortadas de lámina)
- 3.- Melt - Extracted (Extractos fundidos)
- 4.- Conformados en frio
- 5.- Milled From Steel Blocks (Cortados de Bloques de Acero)

Esta clasificación es desarrollado según (Anejo, 2008, pág. 14)

Las fisuras del concreto se tiene dos orígenes antes del endurecimiento y después, los primeros pueden ser por moviente en su estado fresco, retracción, asentamiento y heladas; y aquellas que son después pueden ser estructurales por cargas, térmicas hielo - deshielo, química carbonatación y corrosión de acero (Violini & Pappalardi).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

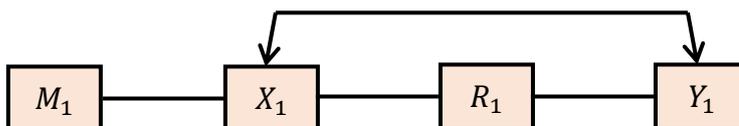
Esta investigación se desarrollará de manera experimental, esto debido a que manipularemos de manera conveniente la variable independiente, para nuestro caso las fibras de acero (Dramix 4D) para evaluar su influencia en las propiedades de resistencia a compresión y flexión del concreto atizando el diseño de pavimento rígido. (Vásquez Hidalgo, 2016, pág. 1)

La investigación presentada será explicativo ya que se buscara explicar el porqué de las acciones, entre la variable independiente (fibra de acero) y dependiente (pavimento rígido) la relación de sus causas. (Arias, 2006, pág. 26)

El diseño es de manera sistematizado utilizando conocimientos ya existentes obtenidos de investigaciones anteriores y/o prácticas, y que estos puedan dirigirse a la elaboración de nuevos materiales. (Renacyt, 2018)

Las investigaciones experimentales implican que el investigador controle y manipule su variable independiente como la fibra de acero en los porcentajes adecuados para determinar los resultados de su interés.

#### Muestra de control



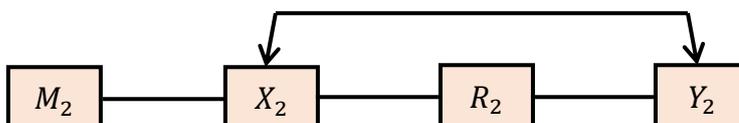
$M_1$ : Muestra de probetas

$X_1$ : Concreto sin fibra de acero

$R_1$ : Resultado de Probetas

$Y_1$ : Resistencia a flexión y compresión

#### Muestra experimental



$M_2$ : Muestra de probetas

$X_2$ : Concreto con 3% de fibra de acero dramix 4D

$R_2$ : Resultado de Probetas

$Y_2$ : Resistencia a flexión y compresión

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Variable independiente**

Fibra de acero

#### **Definición conceptual**

Las fibras de acero “Dramix 4D” son de acero en frío, con una resistencia alta a tracción. Mientras sus extremos conformados garantizar un anclaje óptimo; en la actualidad estas fibras se están utilizando para reforzar las losas de concreto, dentro de las cuales esta los pavimentos rígidos en sus diferentes áreas de uso. (Prodac, s.f.)

#### **Definición operacional**

Las fibras metálicas de acero tienen por característica ser delgadas y de longitudes variables, siendo estos naturales o artificiales, por lo que pueden ser agregados a las mezclas de concreto para mejorar sus propiedades mecánicas, con la que se busca reducir los agrietamientos causados por contracción y/o tracción, impacto, flexión, corte y finalmente su durabilidad por lo que es sometido el concreto en su estado endurecido. (Chancha & Paredes, 2013)

#### **Indicadores**

Propiedades mecánicas del material: Resistencia a tracción - elasticidad, longitud, diámetro.

Propiedades geométricas: Longitud, diámetro.

Ficha técnica de la fibra dramix 4D: dosificación.

#### **Escala de medición:**

Razón.

### **Variable dependiente**

Pavimento rígido.

### **Definición conceptual**

Según el manual del ministerio de transportes y comunicaciones (M.T.C.) del Perú define como una estructura variada la cual es construida en capas sobre la sub rasante de los caminos con el propósito de resistir los esfuerzos originados por los vehículos, con este se busca mejorar la seguridad y garantizar el tránsito. Generalmente esta se conforma de la base, súbbase y la carpeta de rodadura. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

### **Definición operacional**

El pavimento se conforma de capas de material granular como la subbase granular, no obstante esta puede ser base granular a la que se superpone la carpeta de losa de concreto la cual está compuesto de cemento hidráulico, agregados con aglomerantes y dependiendo de su necesidad aditivos. Estas estructuras pueden variar su vida útil de entre los 20 a 40 años de servicio, además requiere un mantenimiento mínimo, siendo de los siguientes tipos de concreto sin refuerzo con juntas, de concreto reforzado de acero o mallas y de concreto con refuerzo continuo.

### **Indicadores**

Propiedades mecánicas: Resistencia a flexión y compresión de concreto del pavimento rígido.

Propiedad geométrica: espesor del pavimento.

Diseño del pavimento (AASHTO - 1993)

### **Escala de medición**

Razón.

## **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

### **Población**

La presente investigación considera como población al concreto  $f'c = 300$  Kg/cm<sup>2</sup>, en la que se incorporara el 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D en relación al peso del cemento del diseño de la mezcla.

### **Muestra**

La muestra será de 9 probetas cilíndricas sin fibra de acero, 9 probetas con 3% de fibra de acero, 9 probetas con 5% de fibra de acero, siendo de 15x30cm, además se tomará 9 vigas sin fibra de acero, 9 vigas con 3% de fibra de acero y 9 vigas con 5% de fibra de acero, siendo un total de 27 probetas cilíndricas de 15x30cm y 27 vigas de 6"x6"x21", establecido por la norma ASTM C 78, cabe mencionar que las cuales se ensayan a los 7, 14, y 28 días.

### **Muestreo**

Es realizado a juicio del investigador, ya que el muestreo es no probabilístico.

### **Unidad de análisis**

Para esta investigación la unidad de análisis será cada probeta cilíndrica y las vigas rectangulares, con resultados en Kg/cm<sup>2</sup>, las cuales serán analizadas a esfuerzos de compresión y flexión respectivamente.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas**

Cabe mencionar que las técnicas de investigación hacen referencia a un grupo de instrumentos con la cuales se ejecuta la metodología de la investigación. (Ferrer, 2010, pág. 14)

### **Instrumentos**

La validez de un instrumento está definida como un proceso donde los instrumentos son los indicados para poder ejecutar con exactitud las mediciones de la variable (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006, pág. 46)

Como instrumento se utilizan las metodologías de las normas ASTM y su similar NTP, ACI y AA.

- Análisis Granulométrico ASTM C33, 2013
- Análisis de Abrasión NTP 400.019 / ASTM C131
- Contenido de humedad ASTM C 566
- Ensayos de absorción y Peso específico para agregado grueso NTP 400.022 / ASTM C127
- Ensayos de absorción y Peso específico para agregado fino ASTM C128
- Diseño de mezcla Método del ACI 211
- Ensayos de resistencia a compresión NTP 339.034 / ASTM C39
- Ensayos de resistencia a Flexión NTP 339.079 / ASTM C78
- Diseño del pavimento rígido AASHTO 1993

### **3.5. Procedimientos**

La presente investigación se realiza de manera experimental, considerando los procedimientos de las normas técnicas ASTM, AASHTO, NTP y ACI.

- El análisis de los agregados se realiza con las normas ASTM 33, ASTM C131, ASTM C566, y otros.
- El diseño de mezcla se realiza con el método del ACI 211, con la cual de determina las proporciones de los agregados.
- Proseguimos con la preparación de las probetas cilíndricas de 15x30cm así como de las vigas de 6"x6"x21".
- Los ensayos de las pruebas a compresión simple se realizan con el procedimiento de la NTP 339.034 su similar ASTM C39, mientras las pruebas a flexión (módulo de rotura) con al NTP 339.079 su similar ASTM C78.
- El diseño del pavimento rígido se realiza con medito del AASHTO-93.
- Análisis de costo unitario por metro cuadrado según diseño de la carpeta de concreto hidráulico.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El procesamiento de los datos de esta investigación se realizará con las metodologías de diseño el ACI 211 para el diseño de mezcla del concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ , mientras para los ensayos las normas ASTM C 39, para determinar la resistencia a compresión en las probetas cilíndricas y el ASTM C78, para determinar el módulo de rotura y la resistencia a flexión de las vigas, esta será

con carga en los tercios de la viga. También los formatos del laboratorio. Por otra parte el diseño del pavimento rígido se usara la metodología AASHTO (1993).

Para el análisis de resultados utilizamos tablas, gráficas y diagramas según la necesidad y la mejor objetividad, ya que nuestra escala de medición es la razón.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Mis principios éticos respecto a mi presente trabajo de investigación, son sujeto a las Resolución del consejo universitario N° 0126-2017/UCV, de fecha 23 de mayo del 2017, donde establece que se velara por las investigaciones promoviendo las buenas prácticas científicas así también la investigación científica incluyendo la capacitación de los investigadores. (UCV, 2017, pág. 4).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis para el objetivo 01.

#### Diseño de mezcla

Datos de los agregados y resultado del concreto requerido.

<b>Descripción del Agregado</b>	<b>Fino</b>	<b>Grueso</b>
Contenido de Humedad (%)	1.73	0.94
Peso Específico (Tn/m <sup>3</sup> )	2.646	2.61
Absorción (%)	1.29	1.12
Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1592.94	1477.85
Peso Seco Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1702.50	1582.41
Módulo de Fineza	3.09	

#### Datos Del Concreto Requerido

Tipo de Cemento	Andino Tipo I
Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	300.00
Resistencia Promedio Requerida (Kg/cm <sup>2</sup> )	384.00
Slúmp	De 3" a 4 "
Tamaño Máximo del Agregado Grueso	3/4
Agua (Lt/m <sup>3</sup> )	200.00
Aire Total (%)	2.00
Agua/Cemento	0.446
Agregado Grueso (m <sup>3</sup> )	0.595

Tabla N° 01 Materiales por metro cubico de concreto f'c = 300 Kg/cm2

Proporción por Volumen	Cemento (bls)	Arena (m3)	Piedra (m3)	Agua (m3)	Dramix 4D (Kg)
Concreto f'c=300 Kg/cm2	10.80	0.48	0.66	0.19	-
Concreto f'c=300 Kg/cm2 + 3% Dramix 4D	10.80	0.48	0.66	0.19	13.77
Concreto f'c=300 Kg/cm2 + 5% Dramix 4D	10.80	0.48	0.66	0.19	22.95

Del resultado del diseño de mezcla por el método de ACI, se mantiene las cantidades volumétricas de los agregados a la cual solo adicionamos las fibras de acero dramix 4D en proporciones de 3% y 5% siendo en peso 13.77Kg y 22.95Kg respectivamente.

Tabla N° 02 Resultados de las pruebas a compresión del concreto f'c = 300 Kg/cm2 convencional sin dramix 4D.

N°	Muestra	Edad (Días)	Lectura en (KN)	Resistencia del Espécimen (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (%)
01	M-01	7	385.21	216.47		
02	M-02	7	381.45	217.21	217.91	72.64%
03	M-03	7	389.01	220.05		
04	M-04	14	526.84	301.99		
05	M-05	14	538.45	306.61	304.30	101.43%
06	M-06	14	541.50	304.30		
07	M-07	28	626.14	351.86		
08	M-08	28	618.52	347.58	349.38	116.46%
09	M-09	28	620.50	348.69		

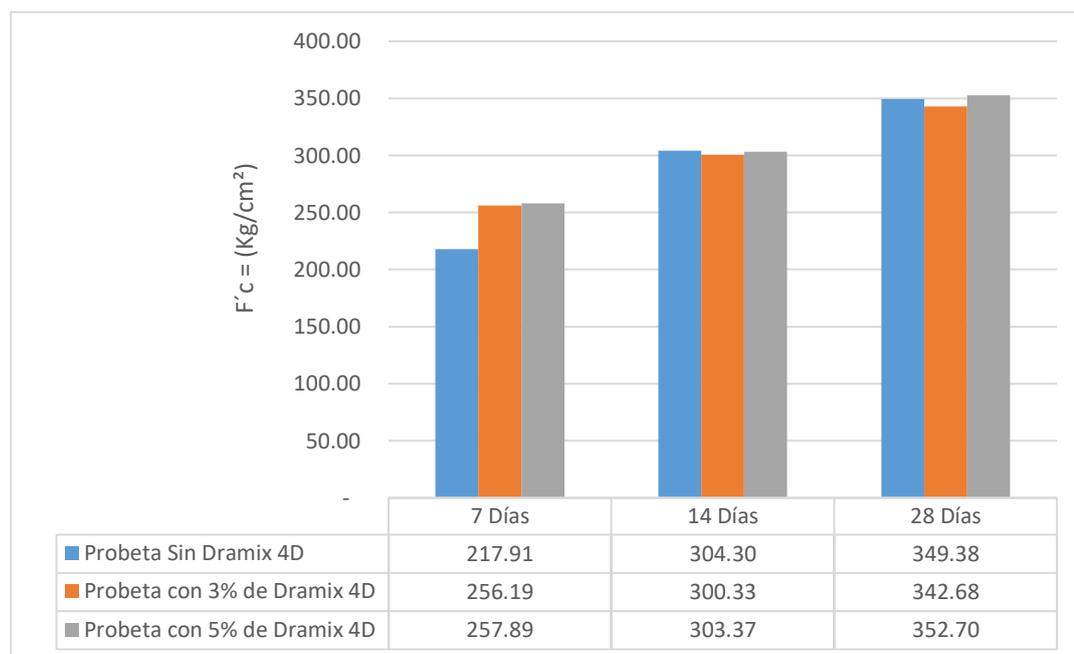
Tabla N° 03 Resultados de las pruebas a compresión del concreto  $f'c = 300$  Kg/cm<sup>2</sup> con adición del 3% de dramix 4D.

Nº	Muestra	Edad (Días)	Lectura en (KN)	Resistencia del Espécimen (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (%)
01	M-01	7	436.30	245.18		
02	M-02	7	452.86	257.87	256.19	85.40%
03	M-03	7	469.40	265.53		
04	M-04	14	517.13	296.43		
05	M-05	14	528.96	301.20	300.33	100.11%
06	M-06	14	529.25	303.37		
07	M-07	28	602.14	338.38		
08	M-08	28	615.90	346.11	342.68	114.23%
09	M-09	28	611.37	343.56		

Tabla N° 04 Resultados de las pruebas a compresión del concreto  $f'c = 300$  Kg/cm<sup>2</sup> con adición del 5% de dramix 4D.

Nº	Muestra	Edad (Días)	Lectura en (KN)	Resistencia del Espécimen (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (%)
01	M-01	7	449.13	252.39		
02	M-02	7	461.18	262.61	257.89	85.96%
03	M-03	7	457.29	258.68		
04	M-04	14	529.21	303.35		
05	M-05	14	527.89	300.59	303.37	101.12%
06	M-06	14	541.25	306.17		
07	M-07	28	621.55	349.28		
08	M-08	28	632.51	355.44	352.70	117.57%
09	M-09	28	628.85	353.39		

Gráfico N° 01 Resultados de los ensayos a compresión de las probetas a los 7, 14 y 28 días.



### Descripción

De los resultados encontrados en los ensayos a compresión simple de las probetas nos muestra que a los 7 días el esfuerzo a compresión con el 3% de fibra dramix es mayor en un 17.57% así mismo con la adición del 5% de fibra dramix es de 18.35% con respecto al resultado obtenido del concreto patrón sin fibra de acero dramix 4D, mientras a los 14 días resulta menor en 1.30% y 0.30%, del mismo modo a los 28 días para el concreto con 3% de dramix se incrementa su resistencia en 1.92% mientras para con el de 5% de dramix disminuye en 0.95%, de donde se puede decir que las fibras de acero dramix 4D no influyen en las resistencia a compresión simple del concreto  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabla N° 05 Resultados de las pruebas a flexión del concreto  $f'c = 300$  Kg/cm<sup>2</sup> convencional sin dramix 4D.

Nº	Muestra Codificada	Edad (Días)	Fuerza de Rotura (KN)	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Respecto al f'c
01	V-01	7	29.05	3.80	38.72		
02	V-02	7	27.21	3.56	36.27	36.08	12.03%
03	V-03	7	24.95	3.26	33.25		
04	V-04	14	32.65	4.27	43.52		
05	V-05	14	36.15	4.72	48.18	46.04	15.35%
06	V-06	14	34.84	4.55	46.43		
07	V-07	28	37.74	4.93	50.30		
08	V-08	28	40.48	5.29	53.95	53.17	17.72%
09	V-09	28	41.45	5.42	55.24		

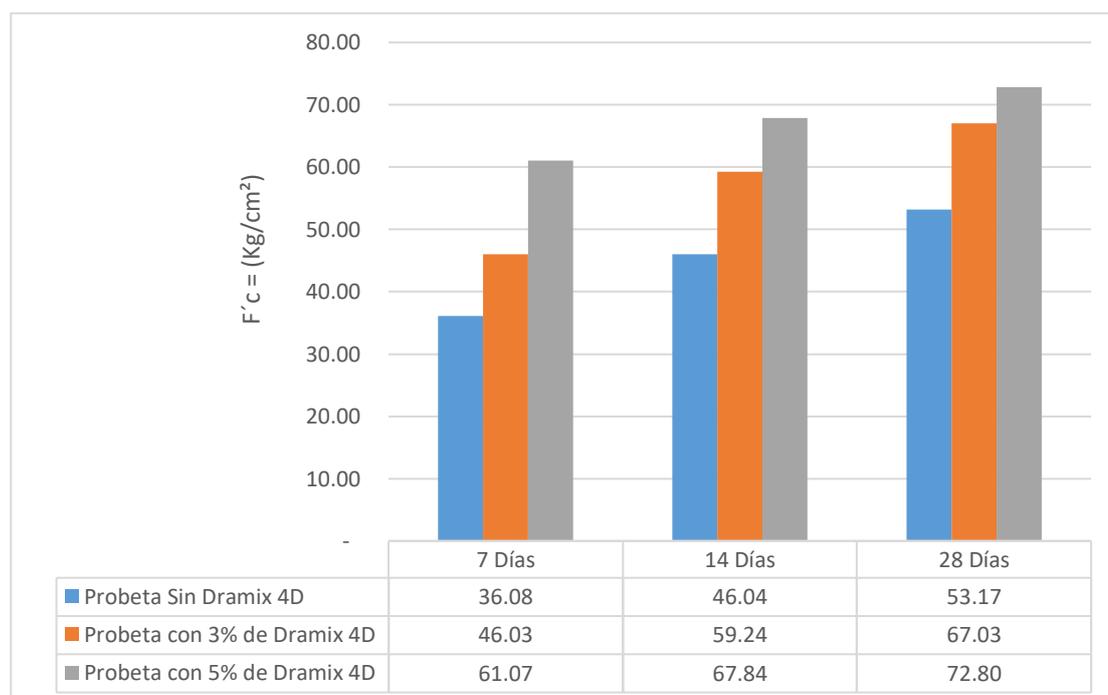
Tabla N° 06 Resultados de las pruebas a flexión del concreto  $f'c = 300$  Kg/cm<sup>2</sup> con 3% de fibra de acero dramix 4D.

Nº	Muestra Codificada	Edad (Días)	Fuerza de Rotura (KN)	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Respecto al f'c
07	V-01	7	36.41	4.76	48.53		
08	V-02	7	34.28	4.48	45.69	46.03	15.34%
09	V-03	7	32.93	4.30	43.89		
10	V-04	14	42.33	5.53	56.42		
11	V-05	14	46.49	6.08	61.96	59.24	19.75%
12	V-06	14	44.52	5.82	59.34		
13	V-07	28	48.46	6.33	64.59		
14	V-08	28	51.52	6.73	68.67	67.03	22.34%
15	V-09	28	50.89	6.65	67.83		

Tabla N° 07 Resultados de las pruebas a flexión del concreto  $f'c = 300$  Kg/cm<sup>2</sup> con 5% de fibra de acero dramix 4D.

N°	Muestra Codificada	Edad (Días)	Fuerza de Rotura (KN)	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Respecto al f'c
01	V-01	7	45.35	5.93	60.44		
02	V-02	7	44.50	5.82	59.31	61.07	20.36%
03	V-03	7	47.61	6.22	63.45		
04	V-04	14	51.44	6.72	68.56		
05	V-05	14	50.84	6.64	67.76	67.84	22.61%
06	V-06	14	50.43	6.59	67.21		
07	V-07	28	55.46	7.25	73.92		
08	V-08	28	54.52	7.13	72.66	72.80	24.27%
09	V-09	28	53.89	7.04	71.82		

Gráfico N° 02 Resultados de los ensayos de las vigas de 6"x6"x21" a los 7, 14 y 28 días.



## Descripción

Los resultados obtenidos presenta mejoras significativas a los 7 días, para el concreto con la incorporación del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D, obteniendo incrementos del 27.60% y 69.26% respecto al concreto patrón sin fibra de acero dramix 4D, así mismo a los 14 días se tiene un incremento de 28.66% y 47.35% esto en relación al concreto patrón, mientras para los 28 días se tiene un incremento de 26.07% y 36.93% respectivamente para la adición de 3% y 5% de la fibra de acero dramix 4D al concreto  $f'c=300\text{Kg/cm}^2$ , siendo estos resultados favorables en la mejora en el desempeño del concreto en su resistencia a flexión.

### 4.2. Análisis para el objetivo 02.

Para el diseño del pavimento rígido realizamos la clasificación vehicular y el cálculo del índice medio diario (IMD).

Tabla N° 08 Clasificación vehicular e (IMDA).

DIAS	BUS			CAMION			TRAYLER		TOTAL
	B2	B3 - 1	B4 - 1	C2	C3	C4	T3S2	T3S3	
IMDS	116	11	3	54	29	32	25	18	687
FC	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	--
IMDA	128	12	3	59	32	35	28	20	756

Donde

IMDS : Índice medio diario semanal

FC : Factor de seguridad

IMDA : índice medio diario anual

Planteamientos iniciales para el diseño del espesor de la carpeta rígida o (Concreto Hidráulico).

Tabla N° 09 Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO 93, con concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  sin fibra de acero dramix 4D

**a) Datos**

**a.1) Tránsito**

Años de Servicio:	30	años
Ejes Equivalentes del tráfico:	5.95E+06	

Diseño Vías Locales Norma Técnica CE 10 Pavimento Urbanos

**a.2) Serviciabilidad**

Nivel Inicial:	4.50	
Nivel Final:	2.50	

**a.3) Suelos**

CBR Subrasante:	6.00	%
CBR Sub-base:	40.00	%
Espesor Sub-base:	20.00	cm.
Coef. Drenaje:	1.00	

(Del Estudio de Suelos)

(\*) NTP

**a.4) Nivel de Confianza:**

80.00	%
-------	---

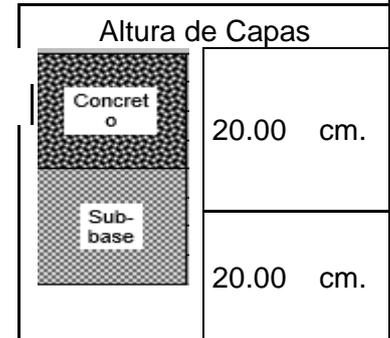
**a.5) CONCRETO**

Concreto $f'c$ :	300.00	Kg/cm <sup>2</sup>
Módulo Elástico:	25980.76	Mpa
Resist. Flexo Tracción:	5.32	Mpa

Del concreto sin dramix 4D

**b) Resultados**

Concreto Espesor:	20.00	cm.
Sub-base Espesor:	20.00	cm.



**c) Verificación**

Eje Equivalen. Requerido:	5.95E+06
Eje Equivalen. Finales:	9.77E+06
<b>verificar</b>	<b>Ok</b>

Tabla N° 10 Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO 93, con concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  con 3% de fibra de acero dramix 4D

**a) Datos**

**a.1) Tránsito**

Años de Servicio:	30	años
Ejes Equivalentes del tráfico:	5.95E+06	

Diseño Vías Locales Norma Técnica CE 10 Pavimento Urbanos

**a.2) Serviciabilidad**

Nivel Inicial:	4.50	
Nivel Final:	2.50	

**a.3) Suelos**

CBR Subrasante:	6.00	%
CBR Sub-base:	40.00	%
Espesor Sub-base:	20.00	cm.
Coef. Drenaje:	1.00	

(Del Estudio de Suelos)  
(\*) NTP

**a.4) Nivel de Confianza:**

80.00	%
-------	---

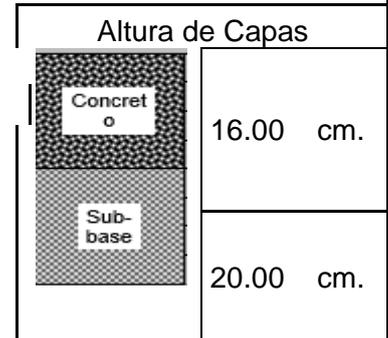
**a.5) CONCRETO**

Concreto $f'c$ :	300.00	Kg/cm <sup>2</sup>
Módulo Elástico:	25980.76	Mpa
Resist. Flexo Tracción:	6.70	Mpa

Concreto con 3% dramix 4D

**b) Resultados**

Concreto Espesor:	16.00	cm.
Sub-base Espesor:	20.00	cm.



**c) Verificación**

Eje Equivalen. Requerido:	5.95E+06
Eje Equivalen. Finales:	6.59E+06
<b>verificar</b>	<b>Ok</b>

Tabla N° 11 Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO 93, con concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  con 5% de fibra de acero dramix 4D.

<b>a) Datos</b>									
<b>a.1) Tránsito</b>									
Años de Servicio:	30	años	Diseño Vías Locales Norma Técnica CE 10 Pavimento Urbanos						
Ejes Equivalentes del tráfico:	5.95E+06								
<b>a.2) Serviciabilidad</b>									
Nivel Inicial:	4.50								
Nivel Final:	2.50								
<b>a.3) Suelos</b>									
CBR Subrasante:	6.00	%	(Del Estudio de Suelos)						
CBR Sub-base:	40.00	%	(*) NTP						
Espesor Sub-base:	20.00	cm.							
Coef. Drenaje:	1.00								
<b>a.4) Nivel de Confianza:</b>	80.00	%							
<b>a.5) CONCRETO</b>									
Concreto $f'c$ :	300.00	Kg/cm <sup>2</sup>	Concreto con 5% dramix 4D						
Módulo Elástico:	25980.76	Mpa							
Resist. Flexo Tracción:	7.28	Mpa							
<b>b) Resultados</b>									
Concreto Espesor:	15.00	cm.	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Altura de Capas</th> </tr> <tr> <td>Concret o</td> <td>15.00 cm.</td> </tr> <tr> <td>Sub-base</td> <td>20.00 cm.</td> </tr> </table>	Altura de Capas		Concret o	15.00 cm.	Sub-base	20.00 cm.
Altura de Capas									
Concret o	15.00 cm.								
Sub-base	20.00 cm.								
Sub-base Espesor:	20.00	cm.							
<b>c) Verificación</b>									
Eje Equivalen. Requerido:	5.95E+06								
<b>Eje Equivalen. Finales:</b>	6.38E+06								
<b>verificar</b>	Ok								

### Descripción

La influencia de los resultados del esfuerzo a flexión del concreto, se refleja en el peralte o espesor de la losa de concreto siendo estos 20 cm para el concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  de resistencia a flexión de 53.17 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras para el concreto con 3% de fibra de acero dramix 4D con resistencia a flexión 67.03 Kg/cm<sup>2</sup> resulta un espesor de 16 cm de losa de concreto, así mismo

para el concreto con 5% de fibra de acero dramix 4D de resistencia a flexión de 72.82 Kg/cm<sup>2</sup> resulta un espesor de 15 cm de losa de concreto, la incorporación de las fibras de acero dramix 4D mejora su resistencia a flexión del concreto influyendo directamente en el peralte o espesor de la losa del pavimento rígido.

#### 4.3. Análisis para el objetivo 03.

Para determinar el precio de producción del concreto se realiza la cotización de los materiales y por último el análisis de precio unitario para un metro cuadrado de losa de pavimento.

Tabla N° 12 cotización de materiales para concreto.

Descripción	Und	Ferreterías - precio unitario S/.			Promedio S/.
		AAAA	BBBB	CCCC	
Piedra Chancada Ø3/4"	m <sup>3</sup>	65.00	63.00	65.00	64.33
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	70.00	65.00	65.00	66.67
Cemento andino Tipo I	Bls	28.30	28.00	28.50	28.27
Dramix 4D	Kg	10.50	10.00	11.00	10.50

Tabla N° 13 Análisis de precio por m<sup>2</sup> del concreto f'c = 300Kg/cm<sup>2</sup> sin dramix 4D.

Partida						Concreto f'c = 300 Kg/cm <sup>2</sup> sin fibra dramix 4D, para Pavimento e =0.20m.					
Rendimiento m <sup>2</sup> /Día		MO. 60.000		EQ. 60.000		Costo Unitario Directo por: m <sup>2</sup>		S/.		S/.	
Descripción de Recursos		Unidad		Cuadrilla		Cantidad		Precio S/.		Parcial S/.	
Materiales											
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)		bls				1.7280		28.27		48.84	
Arena gruesa		m <sup>3</sup>				0.0960		66.67		6.40	
Piedra chancada de 3/4"		m <sup>3</sup>				0.1420		64.33		9.14	
Agua		m <sup>3</sup>				0.0408		1.20		0.05	
										<b>64.43</b>	

Tabla N° 14 Análisis de precio por m2 del concreto  $f'c = 300\text{Kg/cm}^2$  con 3% de dramix 4D.

<b>Partida</b> Concreto $f'c = 300\text{ Kg/cm}^2$ , con 3% fibra dramix 4D, para Pavimento e =0.16m.					
<b>Rendimiento m2/Día</b>	<b>MO. 60.000</b>	<b>EQ. 60.000</b>	<b>Costo Unitario Directo por: m2 S/. 51.54</b>		
Descripción de Recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	bls		1.3824	28.27	39.08
Arena gruesa	m3		0.0768	66.67	5.12
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.1136	64.33	7.31
Agua	m3		0.0326	1.20	0.04
3% de Dramix 4D	Kg		2.4000	10.50	25.20
					<b>51.54</b>

Tabla N° 15 Análisis de precio por m2 del concreto  $f'c = 300\text{Kg/cm}^2$  con 5% de dramix 4D.

<b>Partida</b> Concreto $f'c = 300\text{ Kg/cm}^2$ , con 5% fibra dramix 4D, para Pavimento e =0.15m.					
<b>Rendimiento m2/Día</b>	<b>MO. 60.000</b>	<b>EQ. 60.000</b>	<b>Costo Unitario Directo por: m2 S/. 48.32</b>		
Descripción de Recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	bls		1.2960	28.27	36.63
Arena gruesa	m3		0.0720	66.67	4.80
Piedra chancada de 3/4"	m3		0.1065	64.33	6.85
Agua	m3		0.0306	1.20	0.04
5% de Dramix 4D	Kg		3.0000	10.50	31.50
					<b>48.32</b>

### Descripción

El análisis de precio unitario es para 1m2 de pavimento rígido de concreto  $f'c = 300\text{ Kg/cm}^2$  según espesor requerido por el diseño, donde tenemos S/. 64.43, S/.51.54 y S/. 48.32, para el concreto sin incorporar la fibra de acero dramix 4D y con el 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D respectivamente, siendo estos resultados favorables en relación al concreto patrón reduciéndose en 20% y 25% respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio ha sido evaluar el concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  incorporando fibra de acero dramix 4D en 3% y 5% en relación del peso del cemento, lo cual en peso es de 13.77 Kg y 22.95 Kg respectivamente, con esta adición ya en la preparación de la mezcla se realizó las probetas y vigas de ensayos con las cuales se busca determinar su influencia en sus propiedades mecánicas (resistencia a compresión y flexión) del concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ , para poder determinar esta influencia realizamos los ensayos de compresión simple a las probetas de 15x30cm y para el módulo de rotura las vigas de 6"x6"x21", partir de los resultados obtenidos de manera experimental responder los problemas planteados en esta investigación y así mismo contrastar la hipótesis planteada para el presente estudio.

Los resultados obtenidos de manera experimental en el laboratorio, nos muestra que la adición de 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D no influye a incrementar la resistencia y tampoco disminuye, lo que si sea podido notar es la perdida de trabajabilidad del concreto, por otra parte se a podido notar que tiene una mejora significativa en su resistencia a flexión o módulo de rotura siendo estos incrementos en las pruebas a los 7, 14 y 28 días, resultando un incremento en 27.60%, 28.66% y 26.07% para el concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  con el 3% de dramix 4d y 69.26%, 47.35% y 36.93% para el concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ , mientras con la incorporación del 5%, estos resultados se comparan al concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  sin dramix 4D quien fue el concreto patrón con quien comparar.

Los estudios realizados con respecto al uso de las fibras de acero en diferentes proporciones a nivel internacional según Valencia Castro y Quintana Cruz - 2016 en su tesis hacen un análisis y compara entre un concreto simple sin fibra de acero y concreto con el 12% y 14% de fibra de acero, donde encontraron resultados favorable en las pruebas de compresión simple, donde el concreto con el 14% a sufrido un mejora en su resistencia a compresión en 13.65%, además concluye que la muestra sufre falla dúctil y no frágil como es habitual que el concreto falle, este resultado de mejora en su resistencia a compresión digiere con los resultados obtenidos por esta investigación, mientras concordamos con esa variación del tipo frágil a dúctil ya que las fibras de acero

le dan esa propiedad al concreto. Así mismo Robalino Cabrera y López Chipre 2017 en su tesis determina la proporción óptima de fibras de acero en el concreto  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  con la finalidad de mejorar su resistencia a compresión, donde alcanzo resultados donde concluye que el concreto con la incorporación de fibra de acero alcanza un incremento de hasta un 5.99% en su resistencia a compresión respecto al concreto simple mientras en su resistencia a flexión alcanza un incremento de 35%, respecto a la trabajabilidad sufre una disminución de hasta un 30%, respecto a esta investigación se digiere con el resultado al esfuerzo a compresión mientras con el resultado obtenido a flexión y disminución en la trabajabilidad se concuerda. Así también Beltrán Bermúdez en el 2020 en su tesis evalúa el comportamiento del concreto  $f'c = 21 \text{ Mpa}$  adicionando fibra de acero de residuos industriales en 3%, 5% y 7%, donde a obtenido resultados desfavorables tanto en su resistencia a compresión y flexión del mismo modo reduce su trabajabilidad el concreto por lo que concluye que las fibras de acero obtenido de residuos industriales no son aptos para su uso con el concreto. Mientras tanto en el ámbito nacional Aguirre Landázuri 2021 en su tesis realiza un análisis adicionando 20 Kg y 30 kg de fibra de acero para un metro cubico de concreto, donde a obtenido resultados concordantes con esta investigación donde la resistencia a flexión teniendo un incremento de hasta un 64.43% y 91.33% respectivamente mientras a compresión en mínimo siendo de 5.15 % y 2.72% siendo valores de la propia variación del diseño de mezcla que no se considera, así mismo Moran Chávez y Huerta Bartolo 2020 en su tesis propone de mejorar las propiedades mecánicas del concreto para utilizar en pavimento rígido, para lo cual han realizado ensayos a compresión y flexión con nuestras de concreto  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$  y con adición de  $15 \text{ Kg/m}^3$  de concreto donde encuentra resultados favorables en su resistencia a flexión donde se muestra un incremento de hasta un 13% frente al concreto patrón sin fibra de acero dramix 4d, del mismo modo Condori Larico 2016, en su tesis plantea analizar la influencia del 1% de fibra de acero dramix en concreto en el comportamiento a flexión, donde para este análisis utiliza en concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , obteniendo resultados a esfuerzo a compresión de  $232.09 \text{ kg/cm}^2$  y  $267.87 \text{ kg/cm}^2$  para el concreto convencional y con fibra de acero lo cual presenta un incremento de 15.42% la muestra con adición de fibra de acero

respecto al concreto patrón sin fibra de acero, este resultado digiere de los resultados encontrados en nuestra investigación, mientras de los ensayos a flexión para el concreto con adición de 1% de dramix alcanza 4.31 Mpa, siendo esto casi el doble del concreto patrón por lo que este resultado guarda congruencia con los resultados encontrados en muestra investigación. De donde podemos concluir diciendo que la adición adecuada de las fibras de acero dramix 4d favorecen considerablemente en la mejora de su resistencia a flexión del concreto, mientras a compresión es relativamente menor.

Mientras en los análisis respecto a la reducción del peralte o espesor de la losa de concreto en el pavimento rígido en el ámbito internacional según Robalino Cabrera y López Chipre (2017), realizan una evaluación de la disminución del espesor de la losa del pavimento mejorando la resistencia a flexión del concreto con la incorporación de 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero, con la mejora encontrada de hasta un 35 %, se lograría reducir el espesor de 2 hasta 4 cm en la carpeta rígida del pavimento, este resultado es congruente con las pruebas y ensayos realizado en la presente investigación, así mismo a nivel nacional Salceso Puma (2019), en su tesis evalúa las fibras de acero en concreto como mejora para pavimentos rígidos, donde para este análisis a realizado pruebas de compresión y flexión en concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  sin fibra de acero siendo esto el concreto patrón mi entras para el análisis a adicionado 40 Kg y 50 Kg por metro cubico de concreto de donde en de los ensayos a compresión y flexión en el laboratorio obtiene ya en el díselo del espesor de la losa de pavimento una reducción de hasta 3 cm, por lo que este resultado es congruente con los resultados obtenidos en nuestro estudio, mientras Aguirre Landázuri (2021), en su tesis realiza el análisis de la influencia de las fibras de acero en el concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, con la mejora de su resistencia a flexión de 91.33%, se logra reducir el peralte o espesor de la losa del pavimento en un 21% siendo esto 2.85 cm, este resultado concuerda con la investigación y resultado del presente estudio, del mismo modo Moran Chávez y Huerta Bartolo (2020) es su tesis propone mejorar la resistencia a flexión del concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero, donde obtiene 69.00 Mpa de resistencia el esfuerzo a flexión o módulo de rotura este resultado representa una mejora de hasta un 13% respecto a un

concreto sin la incorporación de fibras de acero, donde con esta mejora el espesor de la losa de rígida del pavimento disminuye de 25 cm a 22 cm resultando 3 cm menos en el espesor de la losa, siendo congruente con este estudio, donde la mejora realizada con la incorporación de 3% y 5% de fibra de acero dramix 4d influye favorablemente en la mejora de su resistencia a flexión del concreto siendo 26.07 % y 36.93% respectivamente, calculado con estos resultados favorables reduce el peralte o espesor de la losa del pavimento en 4 cm con el concreto con adición de 3%, mientras con la adición de 5% se logra reducir en 5 cm, siendo estos resultados concordantes con las investigaciones antes mencionados a respecto, por lo que concluimos que la incorporación de la fibra de acero dramix 4d mejora su esfuerzo a flexión del concreto y esto se refleja en la reducción del espesor de la losa del pavimento.

Por otra parte respecto al análisis del precio por unidad de metro cuadrado según espesor requerido por el diseño de mezcla en el ámbito nacional según Aguirre Landázuri (2021) realiza el análisis de precio por unidad de metro cubico del concreto convencional de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ , es de S/. 300.41 soles, mientras para el concreto de la misma resistencia con la incorporación de 30 kg de fibra de acero el precio por metro cubico resulta S/. 375.41 nuevo soles, siendo esto mayor en la producción por metro cúbico de concreto, mientras realizado el análisis por metro cuadrado con el espesor requerido la instalación del pavimento rígido, se tiene para el concreto patrón sin fibra de acero un espesor de 20 cm con un precio de S/. 1915.31, mientras para el concreto con fibra de acero es el espesor es de 17.15 cm se tiene un precio por metro cuadrado de 1897.94 nuevo soles, donde se obtiene un beneficio de S/. 17.38, resultando dentro del costo beneficio factible, donde este resultado es congruente con los resultados encontrados en este estudio, por otra parte Moran Chávez y Huerta Bartolo (2020) a realizado el análisis de precio unitario del concreto donde concluye que producir un metro cubico de concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  con fibra de acero es mayor en S/. 40.00, en comparación al concreto sin fibra de acero, este análisis digiere con los resultados de nuestro análisis donde en la evaluación por metro cuadrado de losa de concreto se tiene para el concreto  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$  sin fibra de acero dramix 4d resulta S/. 64.43, mientras para el concreto  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$  con 3% y 5% fibra de acero dramix 4d resulta S/.

51.54 y S/. 48.32, donde se concluye que la adición de la fibra de acero dramix 4d, para espesores de 20 cm, 16 cm y 15 cm respectivamente, de se concluye que la mejora del concreto su resistencia a flexión con fibra de acero resulta rentable en losas de pavimento rígido.

La reducción del espesor de la losa del pavimento también genera una reducción en la depredación de las cantareras de producen de los agregados, y esto a la vez disminuyendo la huella de carbón, de tal modo reduciendo el impacto medio ambiental, que en los últimos años se a reflejado el eminente avance del calentamiento global, esta investigación aporta de manera indirecta en el cuidado del medio ambiente.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se ha realizado de manera satisfactoria los ensayos de compresión y flexión del concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  con la adición del 3% y 5% de fibra de acero Dramix 4D, donde las probetas y vigas sin dramix 4D alcanza esfuerzo a compresión  $f'c$  ( $\text{Kg/cm}^2$ ) de 217.91, 304.30 y 349.38, así mismo a flexión de 36.08, 46.04 y 53.17  $\text{Kg/cm}^2$ , estos a los 7, 14 y 28 días; mientras las muestras con adición de 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D alcanza resistencias a compresión de 256.19  $\text{Kg/cm}^2$ , 300.33  $\text{Kg/cm}^2$ , 342.68  $\text{Kg/cm}^2$  y 257.89  $\text{Kg/cm}^2$ , 303.37  $\text{Kg/cm}^2$  y 352.70  $\text{Kg/cm}^2$  respectivamente mientras a flexión de 46.03  $\text{Kg/cm}^2$ , 59.24  $\text{Kg/cm}^2$ , 67.03  $\text{Kg/cm}^2$  y 61.07  $\text{Kg/cm}^2$ , 67.84  $\text{Kg/cm}^2$  y 72.80  $\text{Kg/cm}^2$ , donde el incremento considerable es en los esfuerzos a flexión mejorando estos en 27.60%, 28.66% y 26.07% en las muestras con 3% de dramix 4D, mientras con 5% de dramix 4D mejora en 69.26%, 47.35% y 36.93% estos incrementos respecto a la muestra sin fibra de acero dramix 4D.
2. Se ha determinado de manera favorable el espesor con el diseño del pavimento rígido, adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D al concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ , donde el concreto sin fibra de acero dramix 4D requiere un espesor de 20 cm de losa de concreto, mientras el concreto con 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D requiere espesor de 16 cm y 15 cm respectivamente, de donde se concluye que la adición del 5% de fibra de acero dramix es el mejor.
3. Se ha determinar el costo beneficio entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con adición del 3% y 5% de fibra de acero dramix 4D de concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  en la ciudad de Ayacucho, obteniendo precio por unidad de metro cuadrado de losa de concreto requerido según diseño de donde tenemos que 1  $\text{m}^2$  de concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  sin dramix 4D con espesor de 20 cm tiene un costo de S/. , mientras el concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  con adición de 3% y de fibra de acero dramix 4D requiere un espesor de 16 cm y 15cm alcanzando un costo de S/. 51.54 y S/. 48.32 soles respectivamente, de donde se concluye que mayor beneficio ofrece la adición de 5% de fibra de acero dramix 4D.
4. Las fibras de acero dramix 4D influye directamente en la resistencia a flexión del concreto mejorando significativamente a esta deficiencia del concreto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda tener en consideración los agregados para el diseño de mezcla, teniendo en cuenta la especificación de la norma ASTM D75, con la cual tener las proporciones adecuados por que los resultados dependerán de estos ya que tiene relación directa en los esfuerzos a compresión como a flexión del concreto para el diseño requerido.
2. Se recomienda a las instituciones del estado en la región realizar los estudios o expedientes técnicos de pavimento rígido en la zona urbana utilizar las fibras de acero dramix 4D, ya que genera una reducción de hasta un 25% respecto al concreto convencional.
3. Se recomienda realizar investigaciones en el uso de las fibras de acero dramix, y poder encontrar el porcentaje óptimo y su comportamiento con los agregados de la ciudad de Ayacucho y su área de influencia, con la cual se estaría generando un aporte a la mejora de las vías urbanas de pavimento rígido.
4. Se recomienda realizar mayor cantidad de muestras para obtener resultados con mayor exactitud.
5. Se recomienda tener en consideración el precio de la fibra de acero dramix, ya que así como influyen en el espesor o peralte de la losa de concreto también influye en el costo de producción del concreto.
6. Se recomienda el uso de algún tipo de aditivo para la trabajabilidad ya que al incrementar las fibras dramix disminuye considerablemente la trabajabilidad del concreto.

## REFERENCIAS

1. AASHTO 1993. (s.f.). *Diseño de Pavimento*.
2. ACI 211. (s.f.). *American Concrete Institute (ACI)*.  
<https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=211191&Language=English&Units=US Units>
3. Aguirre Landázuri, R. (2021). *Influencia de la fibra de acero como material de refuerzo de concreto para reducir el espesor de pavimentos de mediano tránsito*. Lima - Perú.
4. Anejo. (2008). *REcomendaciones para la utilización de hormigón con fibras*. Instrucción EHE.
5. Arias, F. (2006). *“El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología científica”*. Venezuela: Editorial Episteme.
6. Arqhys. (08 de 2016). *Que es una Viga*. Arqhys, 12. Retrieved . Obtenido de <https://www.arqhys.com/?s=VIGA>
7. ASTM C 566. (s.f.). Contenido de Humedad (ASTM C 566).  
[https://kupdf.net/download/astm-c-566-contenido-de-humedad-total-del-agregado\\_5bc948c5e2b6f56d62327a49\\_pdf](https://kupdf.net/download/astm-c-566-contenido-de-humedad-total-del-agregado_5bc948c5e2b6f56d62327a49_pdf)
8. ASTM C127. (2015). *Método de prueba estándar ASTM C127-15 para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso*. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/C127.htm>
9. ASTM C128. (2015). *Método de prueba estándar ASTM C128-15 para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino*. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. Obtenido de <https://www.astm.org/search/fullsite-search.html?query=ASTM%20C128&>
10. ASTM C131. (2015). *Método de prueba estándar ASTM C131 / C131M-20 para la resistencia a la degradación de agregado grueso de tamaño pequeño por*

- abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles*. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/C131.htm>
11. ASTM C33. (2013). Standard Specification for Concrete Aggregates. [https://kupdf.net/download/astm-c33\\_5bfe4414e2b6f56d57dd6d46\\_pdf](https://kupdf.net/download/astm-c33_5bfe4414e2b6f56d57dd6d46_pdf)
  12. ASTM C39. (2021). *Método de prueba estándar ASTM C39 / C39M-21 para resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndrico*. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. <https://www.astm.org/search/fullsite-search.html?query=ASTM%20C39&>
  13. ASTM C39. (2021). *Método de prueba estándar ASTM C39 / C39M-21 para resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndrico*. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. Obtenido de <https://www.astm.org/search/fullsite-search.html?query=ASTM%20C39&>
  14. ASTM C78. (2021). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto (Utilizando viga simple con carga en los tercios del claro)*. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL. Obtenido de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C78-02-SP.htm>
  15. Ávila Sarmiento, A. F., & Buriticá Rincón, O. A. (2016). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO A CORTANTE DE CONCRETOS DE 21MPA y 44MPA REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO*. Bogota - Colombia.
  16. Beltrán Bermúdez, J. D. (2020). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO REFORZADO DE RESISTENCIA DE 3000 PSI (21 Mpa), A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE FIBRAS METÁLICAS OBTENIDAS DE PROCESOS INDUSTRIALES*. VILLAVICENCIO - COLOMBIA.
  17. Carrera Orbe, K., & Zea la Rochelle, D. (2018). *“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN Y FIBRAS DE ACERO DRAMIX 3D EN DIFERENTES DOSIFICACIONES PARA LA APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, UTILIZANDO CEMENTO PUZOLÁNICO HE Y AGREGADOS DE LA PLANTA HOLCIM PIFO-QUITO”*. Quito - Ecuador.

18. Chancha, C., & Paredes, N. (2013). *Pavimentos de concreto reforzado con fibras metálicas, en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012 (Tesis de Grado), Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica - Peru.*
19. *Civil Engineering Forum*. (28 de 01 de 2019). Obtenido de <https://www.civilengineeringforum.me/concrete-flexural-strength/>
20. Condori Larico, J. L. (2016). *ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO DRAMIX EN EL COMPORTAMIENTO ELÁSTICO DEL CONCRETO EMPLEANDO EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP*. Juliaca - Perú.
21. Ferrer. (2010). *Blog*.
22. Hernández , R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *“Metodología de la Investigación”*. México D.F.: McGRAW–HILL.
23. Mendieta Higuera, L. F. (2017). *APLICACIÓN DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO EN LOSAS*. Bogotá - Colombia .
24. *Merriam - Webster SINCE* . (18 de 03 de 2021). Obtenido de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/compressive%20stress>
25. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG -* . Lima - Perú. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
26. Miranda Centeno, C. A., & Rado Moreno, M. E. (2019). *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac*. Apurimac - Perú.
27. Moran Chávez, F. L., & Huerta Bartolo, E. E. (2020). *PROPUESTA DE MEJORA DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE ACERO EN LA VÍA AV. LOS HÉROES: TRAMO AV. MIGUEL IGLESIAS Y AV. 26 DE NOVIEMBRE*. Lima - Perú.

28. NTP 339.078. (2017). Metodo de ensayo para determinar la resistencia a flexion en vigas simplemente apoyadas. En N. T. Peruana. Obtenido de [https://kupdf.net/download/ntp-339078-ensayo-de-flexionpdf\\_5bc7cd13e2b6f5c848d97b35\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-339078-ensayo-de-flexionpdf_5bc7cd13e2b6f5c848d97b35_pdf)
29. Ortega García, J. (2014). Diseño de Estructuras de Concreto Armado - Tomo I. Marco. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/386323400/Diseno-de-Estructuras-de-Concreto-Armado-Tomo-i-Juan-Ortega-Garcia>
30. Park, R., & Paulay, T. (1978). Estructuras de Concreto Reforzado. México D.F: Limusa S.A. Obtenido de [https://www.u-cursos.cl/usuario/7ed3df485e955c4de1ffa12120d4bb52/mi\\_blog/r/estructuras\\_de\\_concreto\\_reforzado\\_-\\_r.\\_park\\_t.\\_paulay.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/7ed3df485e955c4de1ffa12120d4bb52/mi_blog/r/estructuras_de_concreto_reforzado_-_r._park_t._paulay.pdf)
31. Pasquel, E. (1998). Tópicos de la Tecnología del Concreto. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú. Obtenido de [https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE\\_PASQUEL\\_CARBAJAL\\_TOPICOS\\_DE\\_TECNOLOGIA](https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE_PASQUEL_CARBAJAL_TOPICOS_DE_TECNOLOGIA)
32. Proalco - Bekaert. (16 de 05 de 2016). Proalco Bekaert. Retrieved from. Obtenido de <https://proalco.bekaert.com/es-MX/construccion/dramix-mallaenbolsa>
33. Renacyt. (2018). Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - reglamento RENACYT. Lima - Perú. Obtenido de [https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento\\_renacyt\\_version\\_final.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf)
34. Rivva , E. (2000). Naturaleza de Materiales de Concreto. Lima - Perú: Capítulo Peruano A.C.I. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/1-naturaleza-y-materiales-del-concreto-rivva-lopezpdf.html>
35. Robalino Cabrera, D. D., & López Chipre, C. B. (2017). "DETERMINACIÓN DE CANTIDAD ÓPTIMA DE FIBRA DE ACERO PARA LA ELABORACIÓN DE HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND DE MR= 4,5 MPA, PARA LOSAS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS". GUAYAQUIL – ECUADOR.

36. Salcedo Puma, R. R. (2019). *Influencia de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos en el distrito La Victoria - Lima, 2019*. Lima - Perú.
37. Segura Franco, J. I. (2011). *Estructuras de concreto*. Bogotá - Colombia. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/read/62782881/estructuras-en-concreto-jorge-segura-franco-7ed-pdf>
38. UCV. (2017). Resolución de Consejo Univercitario N° 0126-2017/UCV. Trujillo. Obtenido de <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>
39. Valencia Castro, P. A., & Quintana Cruz, C. D. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO AL 12% Y 14%*. Bogotá - Columbia.
40. Vásquez Hidalgo, I. (2016). *Tipos de Estudio y Metodos de Investigacion*. <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>
41. Violini, D., & Pappalardi, M. (s.f.). *PATOLOGÍAS EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN A EDAD TEMPRAN*. Obtenido de <https://docplayer.es/5535489-Patologias-en-pavimentos-de-hormigon-a-edad-tempran-a-daniel-violini-mariano-pappalardi.html>

# **ANEXOS**

Anexo 3  
Matriz de  
Operacionalización de  
variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Fibra de acero	Las fibras de acero "Dramix 4D" son de acero en frío, con una resistencia alta a tracción con extremos conformados para un anclaje óptimo; en la actualidad estas fibras se utilizan para reforzar losas de concreto, dentro de las cuales están los pavimentos rígidos. (Prodac, s.f.)	Las fibras de acero tienen por característica ser delgadas y de longitudes variables, por lo que pueden agregarse a la mezcla de concreto y mejorar sus propiedades mecánicas, resistencia a compresión, flexión y finalmente su durabilidad. (Chancha & Paredes, 2013)	Porcentaje %	Porcentaje: Proporción en relación al peso del cemento	Razón
Variable Dependiente: Pavimento rígido	Según el manual del ministerio de transporte y comunicaciones del Perú define como una estructura construida en capas sobre la subrasante en caminos con el propósito de resistir los esfuerzos originados por los vehículos. Se conforma de la base, subbase y la carpeta de rodadura. (M.T.C.-2018)	La construcción se hace por capas de material granular como la subbase granular y se superpone la carpeta de losa de concreto, la mezcla se prepara de acuerdo al diseño con resistencia $f'c=300\text{kg/cm}^2$ , a la cual se adiciona la fibra de acero en el porcentaje previsto.	$\text{Kg/cm}^2$  Metro (m)	Mecánicas: resistencia a la compresión y flexión del pavimento rígido.  Geométrica: espesor del pavimento.	Razón

# Anexo 4

## Instrumentos de recolección de datos

## 4.1.- Diseño de Mezcla

**2021**

**SUELOS**



**CONCRETO**



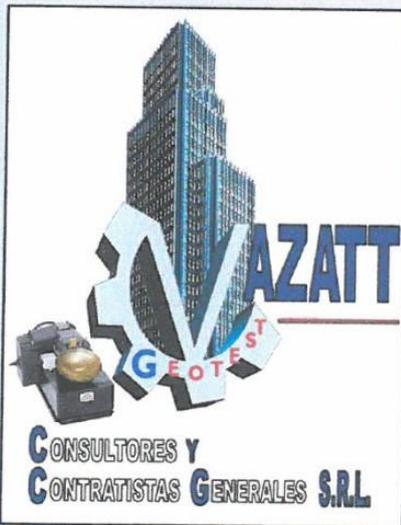
**ASFALTO**



**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD  
DE MATERIALES  
(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**ALUMNO : WENCESLAO VARGAS CRUZATT**

**PROYECTO : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE  
ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO,  
CASO: AYACUCHO, 2021.**



**AYACUCHO - PERÚ**

**UBICACIÓN :**

**LUGAR : AYACUCHO**

**DISTRITO : SAN JUAN BAUTISTA**

**PROVINCIA : HUAMANGA**

**DEPARTAMENTO : AYACUCHO**

**AGOSTO DEL 2021**

## CONTENIDO

<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
1.1. OBJETIVOS	3
<b>2. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>3</b>
2.1. NOMBRE DE LA OBRA	3
2.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
<b>3. ASPECTOS GENERALES PARA AGREGADOS</b>	<b>3</b>
3.1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA UN AGREGADO FINO	3
3.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA UN AGREGADO GRUESO	4
<b>4. ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	<b>5</b>
<b>5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS</b>	<b>6</b>
<b>6. DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO</b>	<b>7</b>
<b>7. RESULTADOS OBTENIDOS</b>	<b>7</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>7</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>8</b>
<b>ANEXO N° 01 (ENSAYOS DE LABORATORIO)</b>	<b>10</b>
ENSAYO 01 Ensayos del Agregado Fino y Grueso	11
<b>ANEXO N° 02 (RESULTADO DE DISEÑOS DE MEZCLA)</b>	<b>18</b>
DISEÑO 01 Diseño de Mezcla de Concreto $f_c=300 \text{ Kg/cm}^2$ Tmáx. 3/4".	19
<b>ANEXO N° 03 (FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO)</b>	<b>20</b>
FOTOGRAFÍA 01 Vista de los Ensayos de Laboratorio	21



## CONTENIDO

### **I. GENERALIDADES**

#### **1.1. OBJETIVOS**

El presente Informe tiene como objetivo principal realizar el diseño de mezcla de concreto involucradas en el proyecto **Efecto del Uso de Fibras de Acero en el Pavimento Rígido, Caso: Ayacucho, 2021**; tomando en cuenta los materiales agregado grueso y fino, remitidos al Laboratorio para los controles de calidad correspondientes y a solicitud del interesado.

En el presente informe se ha determinado las características físico - mecánicas de los materiales de agregados en base a Ensayos de Laboratorio; con lo cual se ha realizado un análisis de la bondad de cada material para su uso en la preparación de concreto y se ha obtenido los parámetros necesarios para efectuar el diseño de mezclas correspondiente.

### **2. ASPECTOS GENERALES**

#### **2.1. NOMBRE DE LA OBRA**

El proyecto tiene por nombre: **"Efecto del Uso de Fibras de Acero en el Pavimento Rígido, Caso: Ayacucho, 2021"**.

#### **2.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio que compromete el emplazamiento de las obras contempladas en el presente proyecto, tiene la siguiente ubicación política; Lugar **San Juan Bautista (Av. Mariscal Castilla, Cuzco y Av. Arenales)** del distrito de **San Juan Bautista** de la provincia de **Huamanga** del departamento de **Ayacucho**.

### **3. ASPECTOS GENERALES PARA AGREGADOS**

#### **3.1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA UN AGREGADO FINO**

Los requerimientos técnicos de las especificaciones técnicas y normas ASTM C33 del agregado fino para la elaboración del concreto son los siguientes:

- a.- Consistirá en arena natural u otro material inerte de características similares, limpio, libre de impurezas, sales y materia orgánica. La cantidad de sustancias dañinas no excederá los límites indicados en la Tabla siguiente:

SUSTANCIA	PORCENTAJE EN PESO
Arcilla o Terrones de Arcillas	1%
Carbón y Lignito	1%
Material que pasa la Malla N 200	5%
Total de todos los Materiales deletéreos	7%

- b.- Curva granulométrica de acuerdo a cualquier tipo de las gradaciones presentadas en el cuadro adjunto, con un tamaño máximo de 3/16" y el porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no superior al 45%.



**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**LIMITES DE GRADACIÓN PARA AGREGADO SEGÚN NORMA ASTM C33**

MALLA	CURVA 1	CURVA 1
3/8	100	100
4	95	100
8	80	100
16	50	85
30	25	60
50	10	30
100	2	10
200	0	0

c.- Valores de Ensayos en Laboratorio de acuerdo los limites indicados en la Tabla siguiente:

DESCRIPCIÓN	VALORES RECOMENDADOS
Módulo de Fineza	De 2.3 a 3.10
Variación del Módulo de Fineza	Menor a 0.20
Durabilidad	Menor a 12.0%
Equivalente de arena	Mayor a 50.0%
Índice Plástico (Que pasa la malla N° 200)	Menor a 4.0%
Absorción de agua	Menor a 1.0%
Humedad natural	Menor a 7.0%.

### 3.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA UN AGREGADO GRUESO

Los requerimientos técnicos de las especificaciones técnicas y normas ASTM C33 del agregado grueso para la elaboración del concreto son los siguientes:

a.- Consistirá en piedra, grava, canto rodado o escorias de altos hornos y cualquier otro material inerte aprobado con características similares o combinaciones de estos. Deberá ser duro, con una resistencia ultima mayor que la del concreto que se va emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie. La cantidad de sustancias dañinas no excederá los límites indicados en la Tabla siguiente:

SUSTANCIA	PORCENTAJE EN PESO
Fragmentos Blandos	5%
Carbón y Lignito	1%
Arcilla y Terrones de Arcilla	0%
Materiales que Pasan la Malla N 200	1%
Piezas Delgadas o Alargadas	10%

b.- Curva granulométrica de acuerdo a cualquier tipo de las gradaciones presentadas en el cuadro adjunto, con tamaños comprendidos entre 3/16" a 3".


**VAZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
  
**RUBEN CANSANA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 68259

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**LIMITES DE GRADACION PARA AGREGADO GRUESO SEGÚN NORMA ASTM C33**

TAMAÑO NORMAL	PORCENTAJES QUE PASAN LAS SIGUIENTES MALLAS							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8
2"	95 - 100		35 - 70		10 - 30		0 - 5	
1 1/2"	100	95 - 100		35 - 70		10 - 30	0 - 5	
1"		100	95 - 100		25 - 60		0 - 10	0 - 5
3/4"			100	90 - 100		20 - 55	0 - 10	0 - 5
1/2"				100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5
3/8"					100	85 - 100	0 - 15	0 - 10

c.- Valores de Ensayos en Laboratorio de acuerdo los limites indicados en la Tabla siguiente:

DESCRIPCIÓN	VALORES RECOMENDADOS
Fragmentos Suaves	Menor a 5.0%
Carbón y Lignito	Menor a 1.0%
Terrones de Arcilla	Menor a 0.25%
Material que Pasa Malla N 200	Menor a 1.0%
Abrasión(Maquina Los Angeles)	Menor a 40.0%
Durabilidad	Menor a 12.0%
Sales Solubles Totales	Menor a 0.50%.
Absorción de Agua	Menor a 0.50%.

#### 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de Laboratorio, se han efectuado en la **Unidad de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de VAZATT GEOTEST S.R.L. (VAGECONS S.R.L.)**, ubicado en la ciudad de Ayacucho, de acuerdo a las Normas ASTM y MTC vigentes y a cargo del personal técnico calificado:

Los Ensayos de Laboratorio utilizados son los que se presentan a continuación:

<u>ENSAYO</u>	<u>NORMA USADA</u>
• Análisis Granulométrico por Tamizado	(ASTM D 422)
• Clasificación Unificada de Suelos SUCS	(ASTM D 2487)
• Contenido de Humedad Natural	(ASTM D 2216 y ASTM D 4643)
• Gravedad Específica y Absorción de los Agregados	(ASTM C 127 y ASTM C 128)
• Peso Unitario Agregado Grueso	(ASTM C 29)
• Peso Unitario Agregado Fino	(ASTM C 29)

Los resultados de los Ensayos de Laboratorio se adjuntan como **ANEXO N° 01** al presente Informe Técnico.


**VAZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
  
**RUBÉN CANDATA GUTIÉRREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 58298

## 5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

El presente estudio, como indicamos anteriormente, los ensayos fueron realizados con la finalidad de estimar la calidad del material de la cantera tomando en cuenta los requisitos establecidos anteriormente.

A continuación, se efectúa para cada Cantera y tipo de material, una descripción de sus propiedades físicas y mecánicas promedio más saltantes, considerando toda la información presentada:

### • CANTERA CHILICO

#### ▪ AGREGADO FINO

- Clasificación SUCS	=	SP
- Índice Plástico	=	N.P.
- Módulo de Fineza	=	3.09 (Tmáx. de granos menor a Malla N° 4)
- Peso Específico	=	2.65
- Peso Unitario Suelto	=	1.593 Tn/m <sup>3</sup>
- Peso Unitario Compactado	=	1.702 Tn/m <sup>3</sup>
- Absorción	=	1.29%
- Materiales Deletéreos	=	3% a 5%
- Material que Pasa la Malla N° 200	=	3.74%

#### ▪ AGREGADO GRUESO

- Clasificación SUCS	=	GP
- Peso Específico	=	2.61
- Peso Unitario Suelto	=	1.478 Tn/m <sup>3</sup>
- Peso Unitario Compactado	=	1.582 Tn/m <sup>3</sup>
- Abrasión	=	Menor a 40.0%
- Absorción	=	1.12 %
- Tamaño Máximo en Cantera	=	3/4"
- Impurezas Orgánicas	=	Ninguna
- Partículas Friables	=	Menor a 2%



De acuerdo a las propiedades físicas - mecánicas encontradas del material ensayado y los requerimientos técnicos exigidos para su uso en la preparación del Concreto, se desprende lo siguiente:

### • CANTERA CHILICO

#### ▪ AGREGADO FINO

El agregado fino procedente de la Cantera **Chillico** presenta algunas impurezas y materiales deletéreos que no superan el 5%. La granulometría del agregado fino presenta un Módulo de Fineza igual a 3.09 dentro del huso granulométrico establecido en las especificaciones técnicas, por lo que se trata de una arena mal gradada, el material que pasa la Malla N° 200 es igual a 3.74%. Un índice estable y conservador; lo que indica una mejora en la selección, pero se considera utilizable.

#### ▪ AGREGADO GRUESO

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

El agregado grueso procedente de la Cantera **Chillico** cumple ampliamente todos los requerimientos técnicos para su uso en la preparación del concreto. Las gradaciones obtenidas se ajustan entre los límites establecidos en las especificaciones. Se trata de un buen material para ser usado en la preparación de concreto.

## 6. DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO

Los diseños de mezclas de concreto requeridas para la construcción de las estructuras involucradas en el presente proyecto, se desarrolla bajo los lineamientos de la Norma ACI 318 y ASTM; tomando en cuenta el agregado que se disponen en la Obra.

Los concretos requeridos en la construcción de las estructuras involucradas en el presente proyecto son los siguientes:

- Concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  preparado con Piedra Chancada y Arena Zarandeada.

## 7. RESULTADOS OBTENIDOS

De los cálculos del diseño de mezcla de concreto presentados en el **ANEXO N° 02**, el Consultor recomienda la utilización de las siguientes dosificaciones de volumen en Obra, para la preparación de concreto de distintas calidades:

- **Concreto  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  preparado con Arena Zarandeada y Piedra Chancada  $T_{\text{máx}} = 3/4"$** 
  - Cemento : 1.00
  - Agregado Fino : 1.60
  - Agregado Grueso : 2.20
  - Contenido de Cemento : 10.80 Bolsas/m<sup>3</sup>



## 8. CONCLUSIONES

De acuerdo a los ensayos realizados para el control de calidad de agregados se ha llegado a lo siguiente

### ▪ AGREGADO FINO

El agregado fino procedente de la Cantera **Chillico**, contiene algunas impurezas y materiales deletéreos que no superan el 5%. La granulometría del agregado presenta un Módulo de Fineza igual a 3.09, las gradaciones obtenidas se ajustan a los límites establecidos en las especificaciones, de contenido de porcentaje que pasa la Malla N° 200 de 3.74% un índice dentro del rango establecido en las especificaciones técnicas por lo que se considera utilizable.

### ▪ AGREGADO GRUESO

El agregado grueso procedente de la Cantera **Chillico**, contiene algunas impurezas y materiales deletéreos que no superan el 5%. El agregado grueso tiene un tamaño máximo de 1", las gradaciones obtenidas no se ajustan a los límites establecidos en las especificaciones; lo que indica una mejora en su selección. Pero se considera material utilizable para ser usado en la preparación de concreto.

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

- Así mismo se ha considerado el empleo del cemento Andino Tipo I, por presentar mejores comportamientos para el fraguado con un peso específico de 3.12 y además la condición de exposición se ha considera un clima severo.
- El tamaño máximo determinado para el diseño de Mezcla realizado fue de 3/4" según lo establecido en las normas de concreto y con lo cual el concreto deberá ser colocado sin dificultad en los encofrados.
- De los cálculos del diseño de mezcla presentados anteriormente, el Consultor recomienda la utilización de las siguientes dosificaciones de volumen en Obra, para la preparación de concreto de distintas calidades.
  - **Concreto  $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  preparado con Arena Zarandeada y Piedra Chancada  $T_{\text{máx}} = 3/4"$** 
    - Cemento : 1.00
    - Agregado Fino : 1.60
    - Agregado Grueso : 2.20
    - Contenido de cemento : 10.80 Bolsas/m<sup>3</sup>



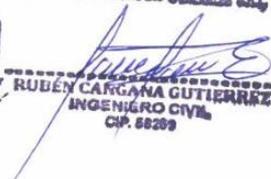
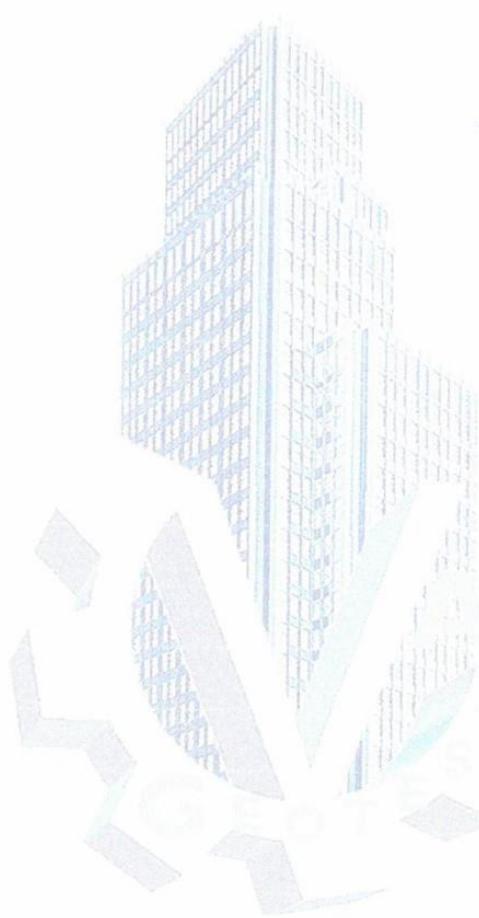
## 9. RECOMENDACIONES

- Permanentemente debe controlarse el asentamiento (Slump) para evitar inexactitudes en la dosificación, las que deben ceñirse a las mezclas plásticas diseñadas.
- Revisando los aspectos de la norma de CONCRETO necesariamente se tendrá un control estricto en los trabajos de preparación y colocación del concreto de acuerdo a lo siguiente:
  - ✓ Preparación en lugares estratégicos establecidos para la colocación del material de cantera.
  - ✓ En la preparación del concreto de deberá de tener en consideración las proporciones establecidas en el diseño, además, el tiempo de transporte colocación de la mezcla de concreto deberá ser antes de los 30 minutos desde que el agua se pone en contacto con el cemento. Mientras que en climas cálidos los tiempos de transporte deben de ser menores.
  - ✓ Así mismo antes de la colocación del concreto, el acero de refuerzo y los elementos embebidos deberán estar limpios y libres de lodo, grasa y cualquier otro revestimiento que pueda atentar contra la capacidad de la adherencia (si los hubiera).
  - ✓ Así mismo como un control de trabajabilidad de la mezcla del concreto se recomienda realizar controles de asentamiento mediante la prueba del Slump por cada tanda, que está considerado entre 3" – 4" según el diseño.
  - ✓ Para la comprobación de la resistencia de la mezcla de concreto, las normas especifican la preparación de probetas de concreto de 15 cm x 30 cm el cual lo hará un personal técnico.
  - ✓ El agua que debe de utilizarse en las frases de preparación y curado deberán de cumplir con las normas establecidas.

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

- ✓ La caída libre de concreto no debe superar 1.20m. para controlar la segregación del concreto.
- ✓ Debido a las cargas del concreto, se recomienda el empleo de vibrador interno del tipo rígidos en los que el elemento vibrante está conectado directamente a un motor por medio de un tubo de acero y que deben ejercer una velocidad de 5 a 10 mil rpm y aceleraciones no menores de 4g; las cabezas vibrantes consideradas varía de ¾" a 4".

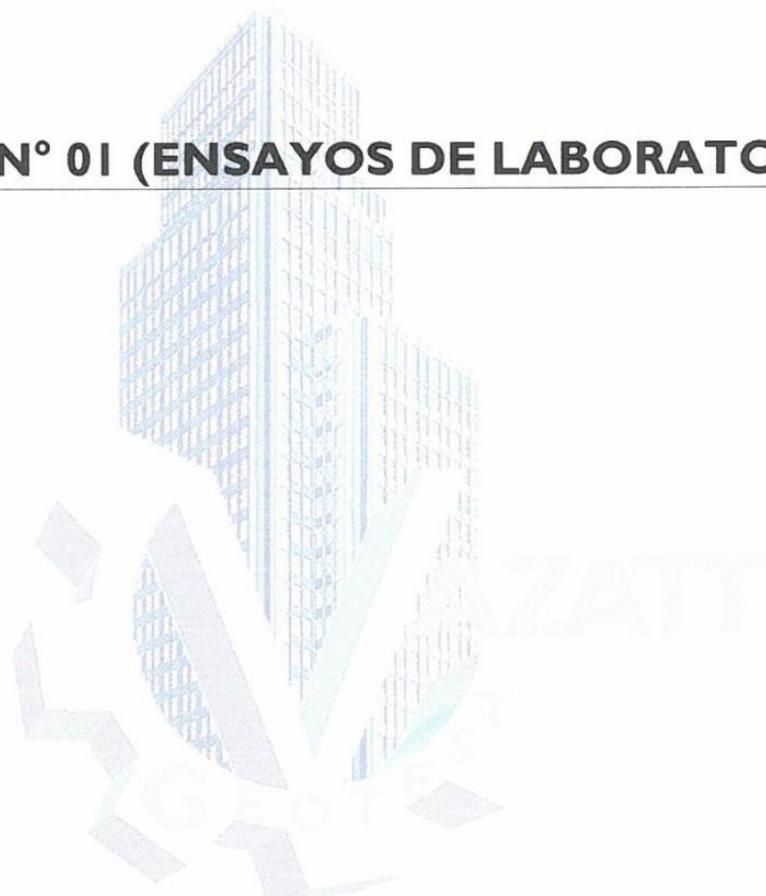
Ayacucho, Agosto del 2021.



**AZATT** CONSULTORES Y  
CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
RUBÉN CARGANA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 88209

## **ANEXO N° 01 (ENSAYOS DE LABORATORIO)**

---



# VAZATT GEOTEST SRL

## ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

### (DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

**ENSAYO 01**

Ensayos del Agregado Fino y Grueso

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

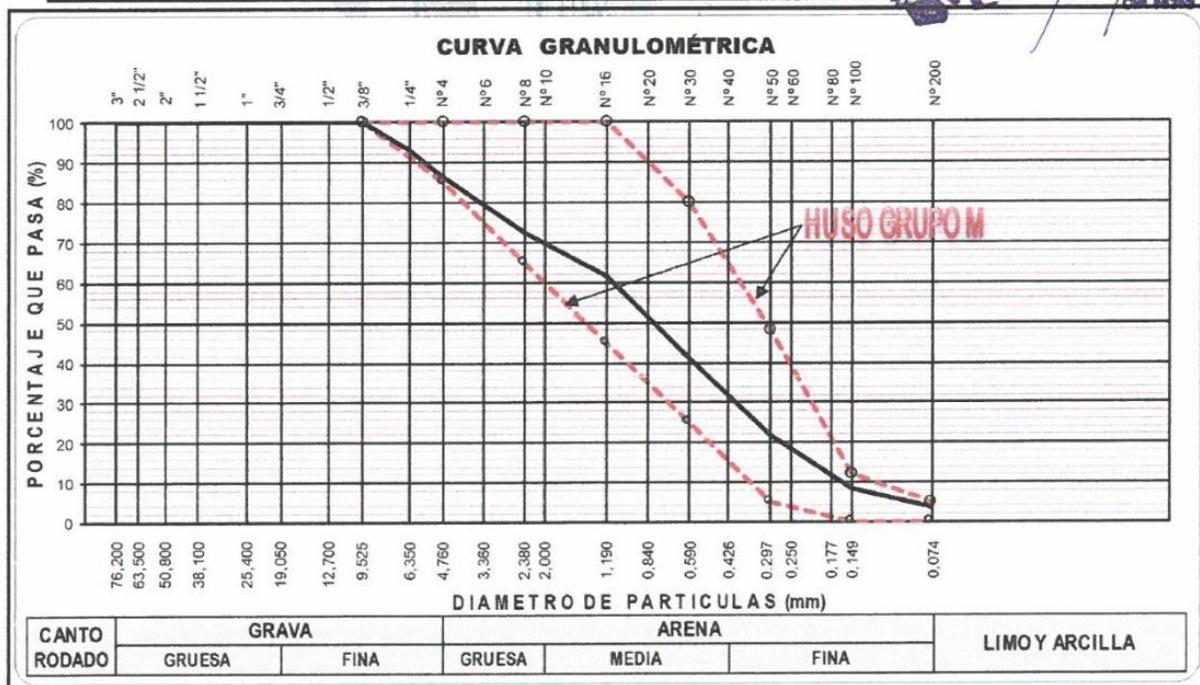
(ASTM D 422)

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Alumno : WENCESLAO VARGAS CRUZATT  
 Cantera : Chillico  
 Material : Agregado Fino  
 Fecha : Agosto del 2021

Departamento : AYACUCHO  
 Provincia : HUAMANGA  
 Distrito : SANJUAN BAUTISTA

	TAMIZ	ABERTURA	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	HUSO	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMÉTRICO
	ASTM	(mm)	Retenido (gr.)	Parcial	Acumulado	Pasa	GRUPO M	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200	-	-	-	100.00		<b>PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA</b> Peso Seco Inicial 1102.00 Peso Seco Lavado 1060.77 Pérdida por Lavado 41.23
	2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		
	2"	50.800	-	-	-	100.00		
	1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		<b>PARAMETROS DE GRANULOMETRIA</b> % Grava 13.8 % Arena 82.5 % de Finos 3.7
	1"	25.400	-	-	-	100.00		
	3/4"	19.050	-	-	-	100.00		
	1/2"	12.700	-	-	-	100.00	100 - 100	<b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> Clasificación SUCS SP Nombre de Grupo Arena Mal Graduada
	3/8"	9.525	-	-	-	100.00		
	1/4"	6.350	76.97	6.98	6.98	93.02	85 - 100	<b>CARACTERISTICAS FISICA</b> Contenido de Humedad (%) 1.73 Peso Especifico de los Sólidos 2.65 Absorción (%) 1.29 Peso Unitario Suelto (gr./cn) 1.593 Peso Unitario Compactado 1.702 Módulo de Fineza 3.09
	Nº 4	4.760	75.19	6.82	13.81	86.19	65 - 100	
	Nº 6	3.360	-	-	13.81	86.19		
	Nº 8	2.380	152.70	13.86	27.66	72.34	25 - 80	
	Nº 10	2.000	-	-	27.66	72.34	5 - 48	
	Nº 16	1.190	117.59	10.67	38.33	61.67		
	Nº 20	0.840	-	-	38.33	61.67		
	Nº 30	0.590	228.45	20.73	59.07	40.93		
	Nº 40	0.426	-	-	59.07	40.93		
	Nº 50	0.297	212.36	19.27	78.34	21.66		
	Nº 60	0.250	-	-	78.34	21.66		
	Nº 80	0.177	-	-	78.34	21.66		
Nº 100	0.149	147.28	13.36	91.70	8.30	0 - 12		
Nº 200	0.075	50.23	4.56	96.26	3.74	0 - 5		
Fondo	-	-	-	96.26	-	-		
Lavado	-	41.2	3.74	100.00	-	-		
<b>TOTAL</b>			<b>1102.0</b>	<b>100.0</b>				

**AZATT CONSULTORES Y CONTABILISTAS GENERALES S.R.L.**  
  
**RUBÉN CANSIANA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL



Observación: Muestra Identificada y Proporcionada por el Solicitante.

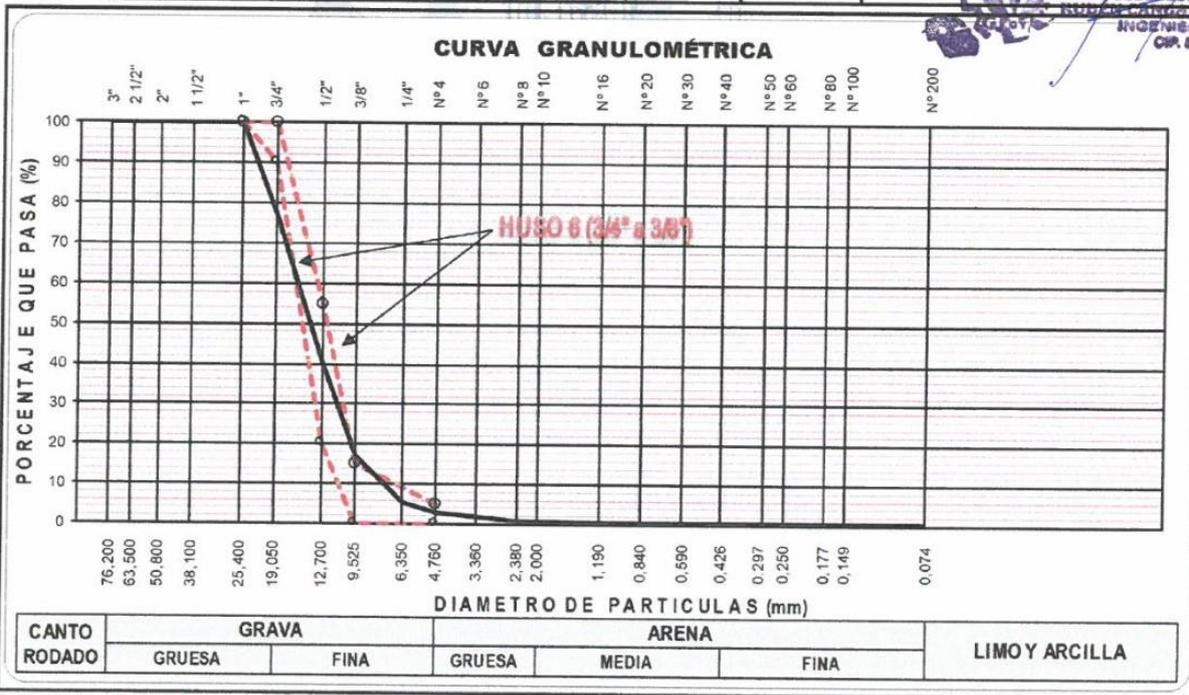
**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**(ASTM D 422)**

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Solicitante : WENCESLAO VARGAS CRUZATT  
 Cantera : Chillico  
 Departamento : AYACUCHO  
 Material : Agregado Grueso  
 Provincia : HUAMANGA  
 Fecha : Agosto del 2021  
 Distrito : SANJUAN BAUTISTA

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO Retenido (gr.)	% RETENIDO		% QUE Pasa	HUSO 6 (3/4" a 3/8")	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMÉTRICO
			Parcial	Acumulado			
3"	76.200	-	-	-	100.00		<b>PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA</b> Peso Seco Inicial 4273.00 Peso Seco Lavado 4259.09 Pérdida por Lavado 13.91 <b>PARAMETROS DE GRANULOMETRIA</b> % Grava 97.1 % Arena 2.6 % de Finos 0.3 <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> Clasificación SUCS GP Nombre de Grupo Grava Mal Graduada <b>CARACTERÍSTICAS FISICA</b> Tamaño Máximo (Pulg)" 1 Tamaño Máximo Nominal (P) 3/4 Contenido de Humedad (%) 0.94 Peso Especifico de los Sólidos 2.61 Absorción (%) 1.12 Peso Unitario Suelto (gr./cn) 1.478 Peso Unitario Compactado 1.582
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		
2"	50.800	-	-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		
1"	25.400	-	-	-	100.00	100 - 100	
3/4"	19.050	965.00	22.58	22.58	77.42	90 - 100	
1/2"	12.700	1,592.30	37.26	59.85	40.15	20 - 55	
3/8"	9.525	981.20	22.96	82.81	17.19	0 - 15	
1/4"	6.350	510.20	11.94	94.75	5.25		
Nº 4	4.760	100.10	2.34	97.09	2.91	0 - 5	
Nº 6	3.360	-	-	97.09	2.91		
Nº 8	2.380	98.20	2.30	99.39	0.61		
Nº 10	2.000	-	-	99.39	0.61		
Nº 16	1.190	6.52	0.15	99.54	0.46		
Nº 20	0.840	-	-	99.54	0.46		
Nº 30	0.590	2.50	0.06	99.60	0.40		
Nº 40	0.426	-	-	99.60	0.40		
Nº 50	0.297	1.25	0.03	99.63	0.37		
Nº 60	0.250	-	-	99.63	0.37		
Nº 80	0.177	-	-	99.63	0.37		
Nº 100	0.149	0.62	0.01	99.65	0.35		
Nº 200	0.075	1.20	0.03	99.67	0.33		
Fondo	-	-	-	99.67	-		
Lavado	-	13.9	0.33	100.00	-		
<b>TOTAL</b>		<b>4273.0</b>	<b>100.0</b>				


**VAZATT** CONSULTOR GENERAL S.R.L.  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 58258  
 GUTIERREZ



Observación: Muestra Identificada y Proporcionada por el Solicitante.

# VAZATT GEOTEST SRL

## ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL

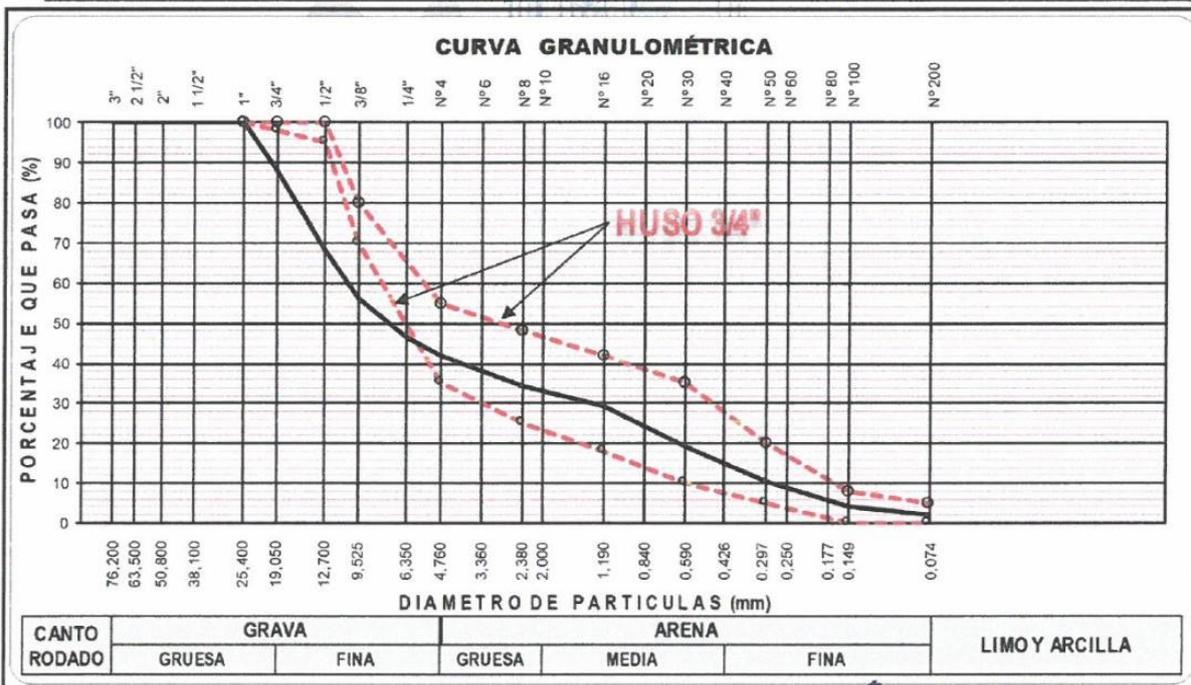
(ASTM D 422)

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Solicitante : WENCESLAO VARGAS CRUZATT  
 Cantera : Chillico y Chillico  
 Material : Agregado Fino y Agregado Grueso  
 Fecha : Agosto del 2021

Departamento : AYACUCHO  
 Provincia : HUAMANGA  
 Distrito : SANJUAN BAUTISTA

MEZCLA	
AF	AG
47%	53%

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO Retenido (gr.)	% RETENIDO Parcial	% RETENIDO Acumulado	% QUE Pasa	HUSO HUSO 3/4"	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMÉTRICO		
							<b>PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA</b>		
							Peso Seco Inicial	2855.00	
							Peso Seco Lavado	2799.87	
							Pérdida por Lavado	55.13	
							<b>PARAMETROS DE GRANULOMETRIA</b>		
							% Grava	57.9	
							% Grava gruesa	0.0	
							% Grava fina	57.9	
							% Arena	40.1	
							% Arena gruesa	7.7	
							% Arena media	14.9	
							% Arena fina	17.5	
							% de Finos	1.9	
							<b>CLASIFICACION DE SUELOS</b>		
							Clasificación SUCS	GP	
							Nombre de Grupo	Grava Mal Graduada con Arena	
							<b>CARACTERISTICAS FISICA</b>		
							Tamaño Máximo Nominal	3/4	
							Contenido de Humedad (%)	2.67	
							Peso Especifico de los Sólidos	2.61	
							Absorción (%)	2.41	
							Peso Unitario Suelto (gr./cn)	1.478	
							Peso Unitario Compactado	1.582	
							Módulo de Fineza	5.16	
<b>TOTAL</b>		<b>2855.0</b>	<b>100.0</b>						



Observación: Muestra identificada y proporcionada por el Solicitante.



PROYECTO: EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**  
**ASTM C-127 y ASTM C-128**

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Solicitante : WENCESLAO VARGAS CRUZATT  
 Cantera : Chillico y Chillico  
 Departamento : AYACUCHO  
 Material : Agregado Fino y Agregado Grueso  
 Provincia : HUAMANGA  
 Fecha : Agosto del 2021  
 Distrito : SANJUAN BAUTISTA

AGREGADO FINO			
IDENTIFICACIÓN		PROMEDIO	
Peso Material Saturado Superficial Seca (en Aire)		620.0	
Peso Frasco + H <sub>2</sub> O		742.0	
Peso Frasco + H <sub>2</sub> O + Peso Material		1362.0	
Peso de Material + H <sub>2</sub> O en el frasco		1122.8	
Volumen de Masas + Volumen de Vacíos		239.2	
Peso Material Seco en Estufa (105 °C)		612.1	
Volumen de Masa		231.3	
Pe Bulk (Base Seca)		2.559	2.56
Pe Bulk (Base Saturada)		2.592	2.59
Pe Aparente (Base Saturada)		2.646	2.65
% de Absorción		1.29	1.29

AGREGADO GRUESO			
IDENTIFICACIÓN		PROMEDIO	
Peso Material Saturado Superficial Seca (en Aire)		705.0	
Peso Material Saturado Superficial Seca (en Agua)		430.1	
Volumen de Masas + Volumen de Vacíos		274.9	
Peso Material Seco en estufa (105 °C)		697.2	
Volumen de Masa		267.10	
Pe Bulk (Base Seca)		2.536	2.54
Pe Bulk (Base Saturada)		2.565	2.56
Pe Aparente (Base Saturada)		2.610	2.61
% de Absorción		1.119	1.12

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO	2.610
% ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	1.119
GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO	2.646
% ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	1.291

Observación: Muestra Identificada y Proporcionada por el Solicitante.


**VAZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
  
**RUBÉN CANGA DE LA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 68268

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**PESO UNITARIO DE AGREGADOS**

ASTM C-29

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Solicitante : WENCESLAO VARGAS CRUZATT  
 Cantera : Chillico Departamento : AYACUCHO  
 Material : Agregado Fino y Agregado Grueso Provincia : HUAMANGA  
 Fecha : Agosto del 2021 Distrito : SANJUAN BAUTISTA

**AGREGADO FINO**  
**PESO UNITARIO SUELTO SECO**

TAMAÑO MÁXIMO	3/8"		
Nº DE ENSAYO	01	02	03
Peso Agregado + Molde (gr.)	13,055.0	13,025.0	13,011.0
Peso Molde (gr.)	8,140.0	8,140.0	8,140.0
Peso Agregado Suelto (gr.)	4,915.0	4,885.0	4,871.0
Volumen del Molde (gr.)	3,070.0	3,070.0	3,070.0
Peso Unitario Suelto Seco (gr./cm <sup>3</sup> )	1.601	1.591	1.587
<b>PROMEDIO (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.593</b>		

**PESO UNITARIO SUELTO SECO COMPACTADO**

TAMAÑO MÁXIMO	3/8"		
Nº DE ENSAYO	01	02	03
Peso Agregado + Molde (gr.)	13,340.0	13,350.0	13,410.0
Peso Molde (gr.)	8,140.0	8,140.0	8,140.0
Peso Agregado Suelto (gr.)	5,200.0	5,210.0	5,270.0
Volumen del Molde (gr.)	3,070.0	3,070.0	3,070.0
Peso Unitario Suelto Seco (gr./cm <sup>3</sup> )	1.694	1.697	1.717
<b>PROMEDIO (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.702</b>		

**AGREGADO GRUESO**  
**PESO UNITARIO SUELTO SECO**

TAMAÑO MÁXIMO	1"		
Nº DE ENSAYO	01	02	03
Peso Agregado + Molde (gr.)	12,389.0	12,368.0	12,299.0
Peso Molde (gr.)	7,815.0	7,815.0	7,815.0
Peso Agregado Suelto (gr.)	4,574.0	4,553.0	4,484.0
Volumen del Molde (gr.)	3,070.0	3,070.0	3,070.0
Peso Unitario Suelto Seco (gr./cm <sup>3</sup> )	1.490	1.483	1.461
<b>PROMEDIO (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.478</b>		

**PESO UNITARIO SUELTO SECO COMPACTADO**

TAMAÑO MÁXIMO	1"		
Nº DE ENSAYO	01	02	03
Peso Agregado + Molde (gr.)	12,654.0	12,680.0	12,685.0
Peso Molde (gr.)	7,815.0	7,815.0	7,815.0
Peso Agregado Suelto (gr.)	4,839.0	4,865.0	4,870.0
Volumen del Molde (gr.)	3,070.0	3,070.0	3,070.0
Peso Unitario Suelto Seco (gr./cm <sup>3</sup> )	1.576	1.585	1.586
<b>PROMEDIO (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.582</b>		

Observación: Muestra Identificada y Proporcionada por el Solicitante.



PROYECTO: EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**% DE VACIOS, % DE HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL**  
**(ASTM D 2216, MTC E 108)**

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Solicitante : WENCESLAO VARGAS CRUZATT  
 Cantera : Chillico y Chillico Departamento : AYACUCHO  
 Material : Agregado Fino y Agregado Grueso Provincia : HUAMANGA  
 Fecha : Agosto del 2021 Distrito : SANJUAN BAUTISTA

PORCENTAJE DE VACIOS				
Cantera		CHILLICO	CHILLICO	
Material		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	
A	Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	N°	1592.94	1477.85
B	Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	gr.	1702.50	1582.41
C	Gravedad Especifica de Masa	gr.	2.56	2.54
D	Peso de los Solidos (gr)	gr.	2558.95	2536.19
	Porcentaje de Vacios (%) Agregado Suelto	gr.	37.75	41.73
	Porcentaje de Vacios (%) Agregado Varillado	gr.	33.47	37.61

CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCION EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL				
Cantera		CHILLICO	CHILLICO	
Material		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	
	Tarro - Recipiente	N°	17	17
1	Peso Suelo Húmedo + Recipiente	gr.	172.52	155.52
2	Peso Suelo Seco + Recipiente	gr.	170.00	154.30
3	Peso Agua	gr.	2.52	1.22
4	Peso Recipiente	gr.	24.42	24.42
5	Peso Seco	gr.	145.58	129.88
6	Absorción	%	1.29	1.12
<b>Porcentaje de Humedad (%)</b>			<b>1.73</b>	<b>0.94</b>
<b>Absorción Efectiva (%)</b>			<b>0.00</b>	<b>0.18</b>
<b>Humedad Superficial (%)</b>			<b>0.44</b>	<b>0.00</b>

Observación: Muestra Identificada y Proporcionada por el Solicitante.


**VAZATT** CONSULTORES Y  
 CONTRASTISTAS GENERALES S.R.L.  
  
 RUBÉN CANGANA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 68269

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**ABRASIÓN "MÉTODO DE LOS ÁNGELES"**  
**(ASTM C-131, MTC E 207)**

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Solicitante : WENCESLAO VARGAS CRUZATT  
 Cantera : Chillico  
 Material : Agregado Fino  
 Fecha : Agosto del 2021

Departamento : AYACUCHO  
 Provincia : HUAMANGA  
 Distrito : SANJUAN BAUTISTA

TAMICES (ASTM)		PESO DEL AGREGADO		
QUE PASA	RETENIDO	GRADACIÓN "B"	GRADACIÓN "B"	GRADACIÓN "B"
3"	2 1/2"			
2 1/2"	2"			
2"	1 1/2"			
1 1/2"	1"			
1"	3/4"			
3/4"	1/2"	2501.10		
1/2"	3/8"	2500.40		
3/8"	1/4"			
1/4"	N° 4			
N° 4	N° 8			
Recuperado Total		5001.50		
Retenido en la Malla N° 12		3845.60		
Que pasa en la Malla N° 12		1155.90		
Pérdida %		23.11		
Pérdida Promedio %				

**Observación:** Muestra Identificada y Proporcionada por el Solicitante.

**AZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
  
**RUBÉN CANGANA-GUTIÉRREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 38289

## **ANEXO N° 02 (RESULTADO DE DISEÑOS DE MEZCLA)**

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**DISEÑO 01** Diseño de Mezcla de Concreto  $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$  Tmáx. 3/4".

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - MÉTODO DEL ACI**

$f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Solicitante : WENCESLAO VARGAS CRUZATT  
 Fecha : Agosto del 2021

**DATOS GENERALES**

Estructura : Varios  
 Tipo de exposición al Clima : Severa  
 Resistencia del Concreto :  $300 \text{ Kg/cm}^2$

**DATOS DE LOS AGREGADOS - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Cantera de los Agregados  
 Agregado Fino : Chillico  
 Agregado Grueso : Chillico

DESCRIPCIÓN	AGREGADO	
	FINO	GRUESO
Contenido de Humedad (%)	1.73	0.94
Peso Específico ( $\text{Tn/m}^3$ )	2.646	2.61
Absorción (%)	1.29	1.12
Peso Seco Suelto ( $\text{Kg/m}^3$ )	1592.94	1477.85
Peso Seco Compactado ( $\text{Kg/m}^3$ )	1702.50	1582.41
Módulo de Fineza	3.09	

**DATOS DEL CONCRETO REQUERIDO**

Tipo de Cemento a Utilizar : Andino Tipo I  
 Se Usará Aire Incorporado : No  
 Resistencia a la Compresión Simple ( $\text{Kg/cm}^2$ ) : 300.00  
 Resistencia Promedio Requerida ( $\text{Kg/cm}^2$ ) : 384.00  
 Slump Requerido (Plástica) : De 3" a 4"  
 Tamaño Máximo del Agregado Grueso : 3/4  
 Agua de Mezcla Requerida ( $\text{Lt/m}^3$ ) : 200.00  
 Aire Total Incorporado (%) : 2.00  
 Relación Agua/Cemento : 0.446  
 Volumen del Agregado Grueso ( $\text{m}^3$ ) : 0.595

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA	
$f'c$	$f'cr$
$f'c < 210$	$f'c + 70$
$f'c 210 \text{ a } 350$	$f'c + 84$
$f'c > 350$	$f'c + 98$

**DISEÑO INICIAL DE LA MEZCLA DE CONCRETO**

DOSIFICACIÓN EN PESO	Cemento	Arena ( $\text{m}^3$ )	Piedra ( $\text{m}^3$ )	Agua ( $\text{Lt/m}^3$ )
		448.00	741.00	950.00
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	Cemento	Arena ( $\text{ft}^3$ )	Piedra ( $\text{ft}^3$ )	Agua ( $\text{Lt/ft}^3$ )
		1.00	1.56	2.15

**DISEÑO REAJUSTADO DE LA MEZCLA DE CONCRETO**

DOSIFICACIÓN EN PESO	Cemento	Arena ( $\text{m}^3$ )	Piedra ( $\text{m}^3$ )	Agua ( $\text{Lt/m}^3$ )
		448.00	761.50	971.41
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	Cemento	Arena ( $\text{ft}^3$ )	Piedra ( $\text{ft}^3$ )	Agua ( $\text{Lt/ft}^3$ )
		1.00	1.60	2.20

**PROPORCIÓN POR METRO CÚBICO DE CONCRETO**

PROPORCIÓN POR VOLUMEN	Cemento ( $\text{m}^3$ )	Arena ( $\text{m}^3$ )	Piedra ( $\text{m}^3$ )	Agua ( $\text{m}^3$ )
		10.8	0.48	0.66

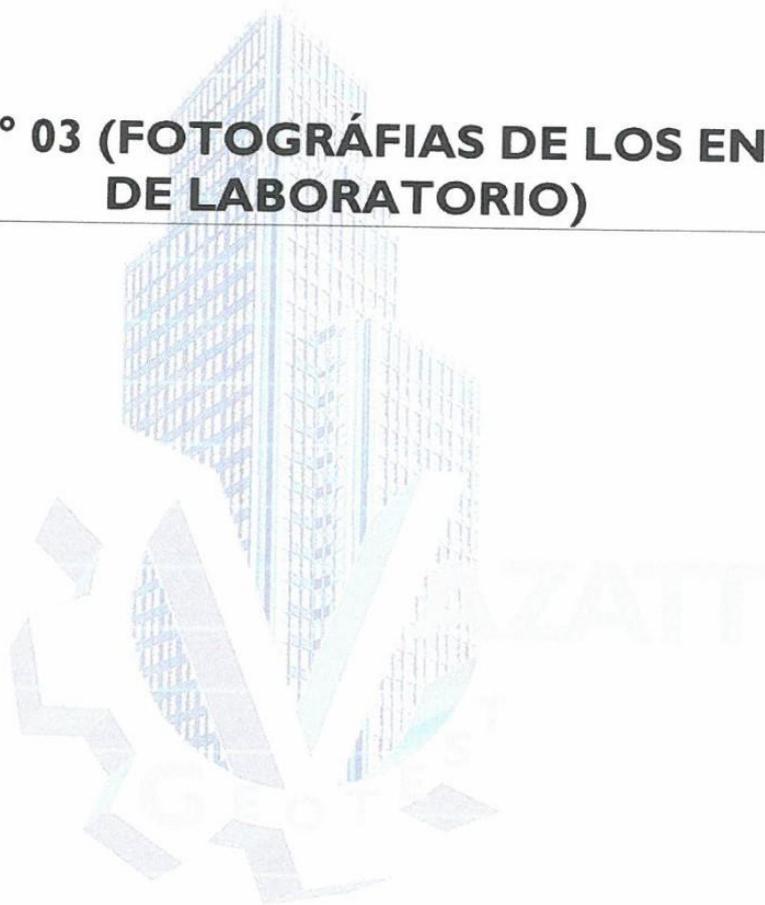
NOTA : El control de agua se realizará en Obra mediante la prueba del Cono de A brahams (Slump)

PROYECTO: EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021.

**VAZATT CONSULTORIOS Y CONTRATISTAS GENERAL S.R.L.**  
  
**RUBEN CARRIZOSA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 68298

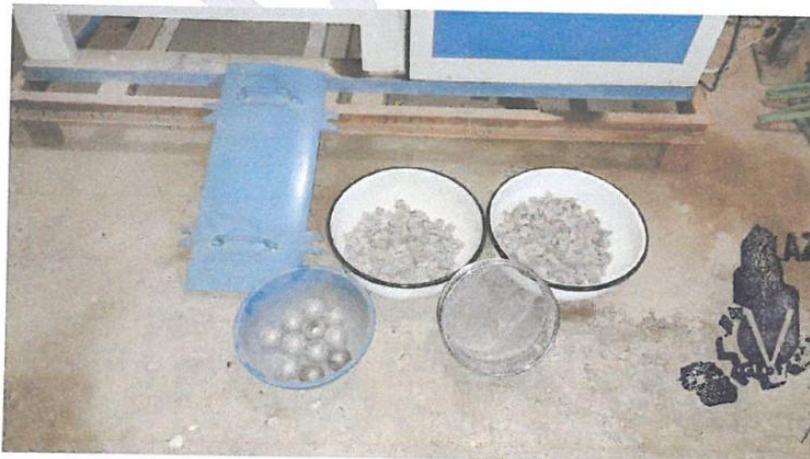
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

**ANEXO N° 03 (FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS  
DE LABORATORIO)**



**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO)**

**FOTOGRAFÍA 01** Vista de los Ensayos de Laboratorio



**VAZATT** CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
*Rubén Cangaña Gutiérrez*  
**RUBÉN CANGAÑA GUTIÉRREZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 56286

**PROYECTO:** EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**

## 4.2.- Ensayos de Resistencia a Compresión

**2021**

**SUELOS**



**CONCRETO**



**ASFALTO**



**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD  
DE MATERIALES  
(RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS)**

**ALUMNO : WENCESLAO VARGAS CRUZATT**

**PROYECTO : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE  
ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO,  
CASO: AYACUCHO, 2021.**



**AYACUCHO - PERÚ**

**UBICACIÓN :**

**LUGAR : SAN JUAN BAUTISTA**

**DISTRITO : SAN JUAN BAUTISTA**

**PROVINCIA : HUAMANGA**

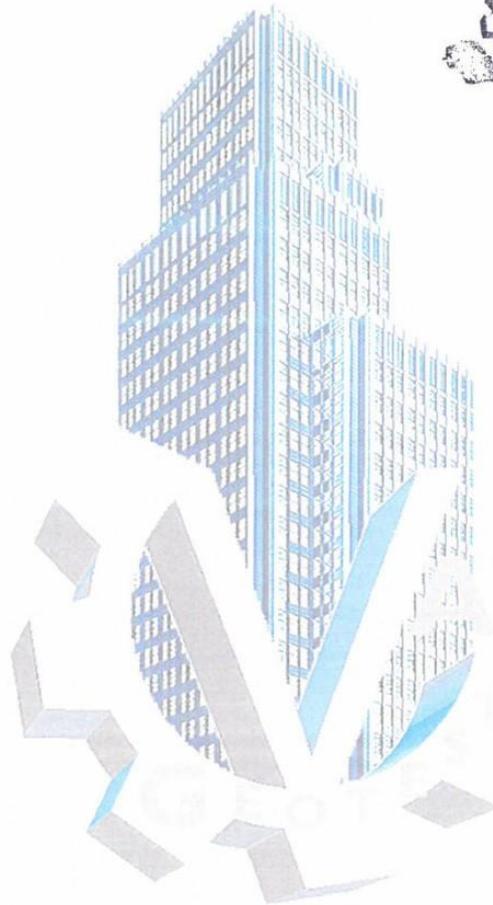
**DEPARTAMENTO : AYACUCHO**

**SETIEMBRE DEL 2021**

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS)**

**CONTENIDO**

<b>1. CONCLUSIONES</b>	<b>3</b>
<b>2. RECOMENDACIONES</b>	<b>3</b>
<b>ANEXO N° 01 (ENSAYOS DE LABORATORIO)</b>	<b>4</b>
ENSAYO 01. Resistencia a la Compresión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Probeta Sin Dramix 4D)	5
ENSAYO 02. Resistencia a la Compresión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Probeta con Dramix 4D 3%)	6
ENSAYO 03. Resistencia a la Compresión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Probeta con Dramix 4D 5%)	7



**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS)**

**CONTENIDO**

**I. CONCLUSIONES**

- ✓ Los porcentajes de resistencia del concreto que se encuentren dentro del rango establecido en la Tabla N° 01 se consideraran aceptables.

**RESISTENCIA NOMINAL EN KG/CM<sup>2</sup>**

Edad En Días	Coficiente de Resistencia	f <sub>c</sub> = 140 Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> = 175 Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> = 280 Kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> = 350 Kg/cm <sup>2</sup>
1	17%	23.8	29.8	30.6	35.7	47.6	59.5
2	34%	47.6	59.5	60.2	71.4	45.2	119.0
3	44%	61.6	77.0	79.2	92.4	123.2	154.0
7	68%	95.2	117.0	122.9	142.8	190.9	238.0
10	77%	107.8	134.8	135.6	161.7	215.6	269.0
14	86%	120.4	150.5	154.8	180.6	240.8	301.0
21	93%	130.2	162.8	167.4	195.3	260.9	235.5
28	100%	140.0	175.0	180.0	210.0	280.0	350.0

- ✓ Los porcentajes de resistencia alcanzados (Ver ANEXO N° 01 Ensayos de resistencia a la compresión de los concretos), se consideran aceptables.
- ✓ Los testigos de concreto han sido preparados en obra por el solicitante.

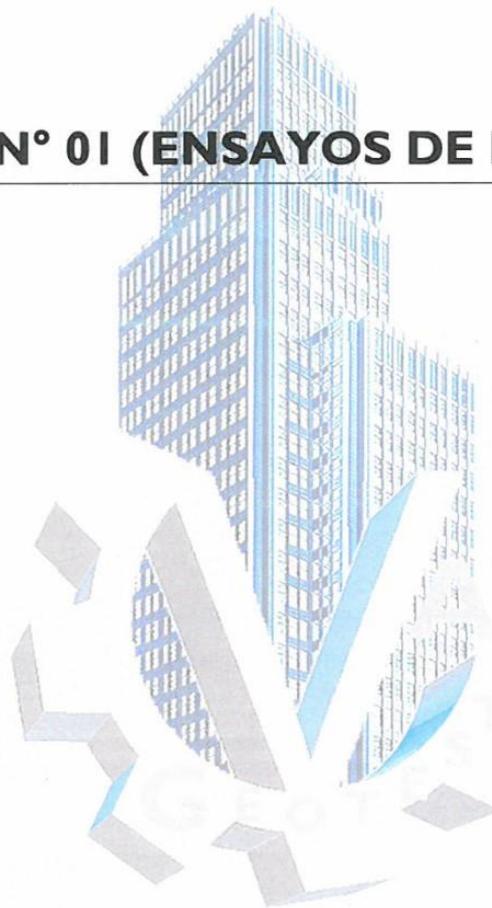
**2. RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda que, durante el transporte de los testigos de concreto de Obra a Laboratorio, estas deberán de estar bien cubiertas con materiales consistentes con la finalidad de que estas no sufran daño alguno.

Ayacucho, Julio del 2021.

**AZATT** CONSULTORES Y  
CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.  
  
**RUBÉN CANGUYÑA GUTIÉRREZ**  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 55209

## **ANEXO N° 01 (ENSAYOS DE LABORATORIO)**





# VAZATT GEOTEST SRL

## ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

### (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS)

**ENSAYO 02.** Resistencia a la Compresión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Probeta con Dramix 4D 3%)

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMAS ASTM C 39 / AASHTO T 22 / MTC E 704 / NTP 339.034

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Alumno : WENCESLAO VARGAS CRUZATT Departamento : AYACUCHO  
 Muestra : PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO Distrito : HUAMANGA  
 Fecha : Agosto del 2021 Lugar : SAN JUAN BAUTISTA

N°	Estructura de Procedencia	Muestra	f <sub>c</sub> Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diámetro promedio (Cm)	Lectura en (KN)	Resistencia del Espécimen (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Tipo de Falla	Densidad del Espécimen
01	Probeta con Dramix 4D 3%	M-01	300.00	03/08/21	10/08/21	7	15.20	436.30	245.18	81.73%	3	2.297
02	Probeta con Dramix 4D 3%	M-02	300.00	03/08/21	10/08/21	7	15.10	452.86	257.87	85.96%	3	2.316
03	Probeta con Dramix 4D 3%	M-03	300.00	03/08/21	10/08/21	7	15.15	469.40	265.53	88.51%	3	2.322
04	Probeta con Dramix 4D 3%	M-04	300.00	03/08/21	17/08/21	14	15.05	517.13	296.43	98.81%	2	2.348
05	Probeta con Dramix 4D 3%	M-05	300.00	03/08/21	17/08/21	14	15.10	528.96	301.20	100.40%	3	2.329
06	Probeta con Dramix 4D 3%	M-06	300.00	03/08/21	17/08/21	14	15.05	529.25	303.37	101.12%	3	2.353
07	Probeta con Dramix 4D 3%	M-07	300.00	03/08/21	31/08/21	28	15.20	602.14	338.38	112.79%	3	2.299
08	Probeta con Dramix 4D 3%	M-08	300.00	03/08/21	31/08/21	28	15.20	615.90	346.11	115.37%	2	2.312
09	Probeta con Dramix 4D 3%	M-09	300.00	03/08/21	31/08/21	28	15.20	611.37	343.56	114.52%	3	2.328

**CONSIDERACIONES:** Los testigos de concreto han sido preparados en obra por el solicitante.



**VAZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
  
**RULLER SÁNCHEZ GUTIÉRREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 58269

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS)**

ENSAYO 03. Resistencia a la Compresión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Probeta con Dramix 4D 5%)

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

**NORMAS ASTM C 39 / AASHTO T 22 / MTC E 704 / NTP 339.034**

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Alumno : WENCESLAO VARGAS CRUZATT Departamento : AYACUCHO  
 Muestra : PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO Distrito : HUAMANGA  
 Fecha : Setiembre del 2021 Lugar : SAN JUAN BAUTISTA

N°	Estructura de Procedencia	Muestra	f <sub>c</sub> Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Moledo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Diámetro promedio (Cm)	Lectura en (KN)	Resistencia del Espécimen (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Tipo de Falla	Densidad del Especimen
01	Probeta con Dramix 4D 5%	M-01	300.00	05/08/21	12/08/21	7	15.20	449.13	252.39	84.13%	3	2.324
02	Probeta con Dramix 4D 5%	M-02	300.00	05/08/21	12/08/21	7	15.10	461.18	262.61	87.54%	2	2.350
03	Probeta con Dramix 4D 5%	M-03	300.00	05/08/21	12/08/21	7	15.15	457.29	258.68	86.23%	3	2.337
04	Probeta con Dramix 4D 5%	M-04	300.00	05/08/21	19/08/21	14	15.05	529.21	303.35	101.12%	3	2.358
05	Probeta con Dramix 4D 5%	M-05	300.00	05/08/21	19/08/21	14	15.10	527.89	300.59	100.20%	3	2.348
06	Probeta con Dramix 4D 5%	M-06	300.00	05/08/21	19/08/21	14	15.15	541.25	306.17	102.06%	3	2.337
07	Probeta con Dramix 4D 5%	M-07	300.00	05/08/21	02/09/21	28	15.20	621.55	349.28	116.43%	2	2.318
08	Probeta con Dramix 4D 5%	M-08	300.00	05/08/21	02/09/21	28	15.20	632.51	355.44	118.48%	3	2.318
09	Probeta con Dramix 4D 5%	M-09	300.00	05/08/21	02/09/21	28	15.20	628.85	353.39	117.80%	3	2.327

**CONSIDERACIONES:** Los testigos de concreto han sido preparados en obra por el solicitante.



**AZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
  
**RUBÉN CANGAÑA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 68258

## 4.3.- Ensayos de Resistencia a Flexión

**2021**

**SUELOS**



**CONCRETO**



**ASFALTO**

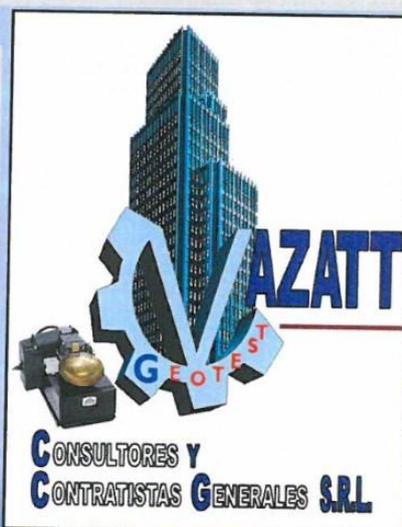


**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**

**(RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO)**

**ALUMNO : WENCESLAO VARGAS CRUZATT**

**PROYECTO : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021.**



**AYACUCHO - PERÚ**

**UBICACIÓN :**

**LUGAR : SAN JUAN BAUTISTA**

**DISTRITO : SAN JUAN BAUTISTA**

**PROVINCIA : HUAMANGA**

**DEPARTAMENTO : AYACUCHO**

**SETIEMBRE DEL 2021**

**VAZATT GEOTEST SRL**  
**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO)**

**CONTENIDO**

<b>1. CONCLUSIONES</b>	<b>3</b>
<b>2. RECOMENDACIONES</b>	<b>3</b>
<b>ANEXO N° 01 (ENSAYOS DE LABORATORIO)</b>	<b>4</b>
ENSAYO 01. Resistencia a la Flexión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Viga Sin Dramix 4D)	5
ENSAYO 02. Resistencia a la Flexión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Viga con Dramix 4D 3%)	6
ENSAYO 03. Resistencia a la Flexión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Viga con Dramix 4D 5%)	7



## CONTENIDO

### I. CONCLUSIONES

- ✓ Los porcentajes de resistencia a flexión del concreto (Módulo de Rotura) que se encuentren estimados en la norma CE 010 Pavimentos Urbanos y en ACI 363 se consideraran aceptables.
- ✓ En el Cuadro 14.7 del ACI 363 se muestra las recomendaciones sobre el Módulo de Rotura del concreto mínimo a considerar para los tipos de tráfico.

**Cuadro 14.7**  
**Valores Recomendados de Resistencia del**  
**Concreto según rango de Tráfico**

Rangos de tráfico Pesado expresado en EE	Resistencia mínima a la Flexo-tracción del concreto (MR)	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (F'C)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

- ✓ Los porcentajes de resistencia alcanzados (Ver ANEXO N° 01 Ensayos de resistencia a la Flexión de los concretos), se consideran aceptables.
- ✓ Para la N.T.E CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS, La resistencia promedio es usualmente 10 a 15 % mayor que la resistencia mínimo especificada para la aceptación del concreto.
- ✓ Los testigos de concreto han sido preparados en obra por el solicitante.

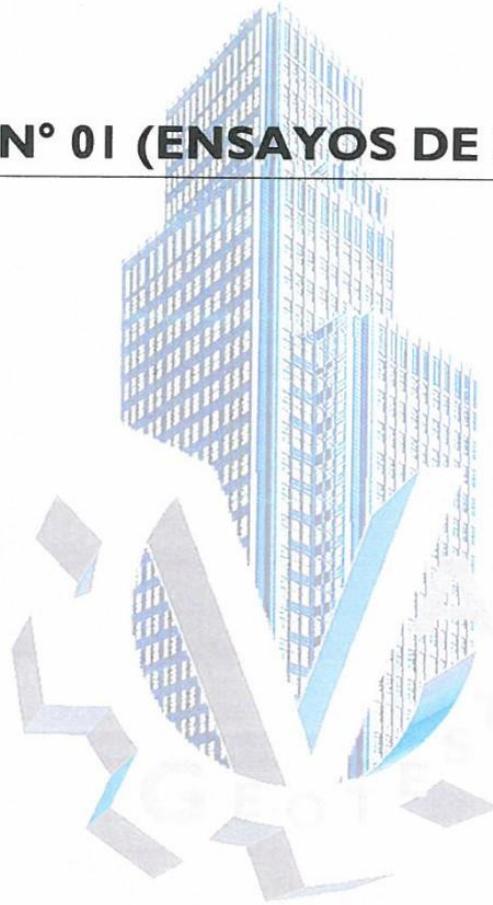
### 2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que, durante el transporte de los testigos de concreto de Obra a Laboratorio, estas deberán de estar bien cubiertas con materiales consistentes con la finalidad de que estas no sufran daño alguno.

Ayacucho, Setiembre del 2021.

**VAZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
  
**RUBÉN CANGANA GUTIERREZ**  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 68288

**ANEXO N° 01 (ENSAYOS DE LABORATORIO)**



**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO)**

ENSAYO 01. Resistencia a la Flexión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Viga Sin Dramix 4D)

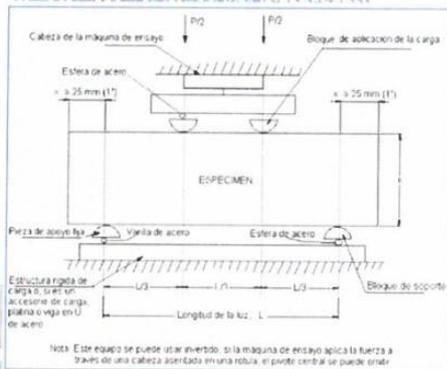
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO**  
**EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**

ASTM C 78 // AASHTO T 97 // MTC E 709 - 2000 // NTP 339.078

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021  
 Alumno : WENCESLAO VARGAS CRUZATT Departamento : AYACUCHO  
 Muestra : PRISMAS DE CONCRETO ENDURECIDO Provincia : HUAMANGA  
 Fecha : Agosto del 2021 Distrito : SAN JUAN BAUTISTA

N°	Estructura de Procedencia	Muestra Codificada	Resistencia de Diseño a Compresión (Kg/cm²)	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Luz Libre de Especimen (mm)	Ancho de Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Fuerza de Rotura (KN)	Modulo de Rotura (MPa)	Modulo de Rotura (Kg/cm²)	Modulo de Rotura Promedio (Kg/cm²)	% Respecto al fc
01	Viga Sin Dramix 4D	V-01	300.00	01/08/21	08/08/21	7	450.00	151.00	151.00	29.05	3.80	38.72	36.08	12.03%
02	Viga Sin Dramix 4D	V-02	300.00	01/08/21	08/08/21	7	450.00	151.00	151.00	27.21	3.56	36.27		
03	Viga Sin Dramix 4D	V-03	300.00	01/08/21	08/08/21	7	450.00	151.00	151.00	24.95	3.26	33.25		
04	Viga Sin Dramix 4D	V-04	300.00	01/08/21	15/08/21	14	450.00	151.00	151.00	32.65	4.27	43.52	46.04	15.35%
05	Viga Sin Dramix 4D	V-05	300.00	01/08/21	15/08/21	14	450.00	151.00	151.00	36.15	4.72	48.18		
06	Viga Sin Dramix 4D	V-06	300.00	01/08/21	15/08/21	14	450.00	151.00	151.00	34.84	4.55	46.43		
07	Viga Sin Dramix 4D	V-07	300.00	01/08/21	29/08/21	28	450.00	151.00	151.00	37.74	4.93	50.30	53.17	17.72%
08	Viga Sin Dramix 4D	V-08	300.00	01/08/21	29/08/21	28	450.00	151.00	151.00	40.48	5.29	53.95		
09	Viga Sin Dramix 4D	V-09	300.00	01/08/21	29/08/21	28	450.00	151.00	151.00	41.45	5.42	55.24		

**NOTA:** Las vigas de concreto han sido preparadas, curadas y transportadas por el solicitante.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 Las vigas fueron ensayadas en las caras horizontales que no presenten deformaciones ni irregularidades que alteren el resultado.



**VAZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
 RUBÉN CANGANA GUTIÉRREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 66269

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**  
**(RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO)**

**ENSAYO 02.** Resistencia a la Flexión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Viga con Dramix 4D 3%)

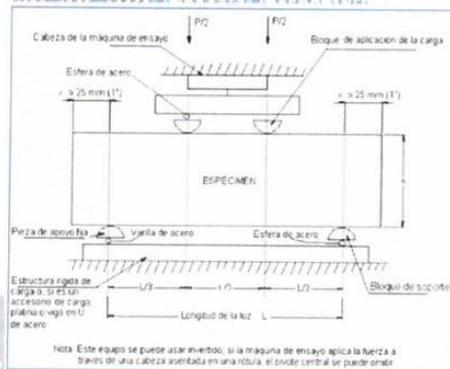
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO**  
**EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**

ASTM C 78 // AASHTO T 97 // MTC E 709 - 2000 // NTP 339.078

Proyecto : **EFFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021**  
 Alumno : **WENCESLAO VARGAS CRUZATT** Departamento : **AYACUCHO**  
 Muestra : **PRISMAS DE CONCRETO ENDURECIDO** Provincia : **HUAMANGA**  
 Fecha : **Agosto del 2021** Distrito : **SAN JUAN BAUTISTA**

Nº	Estructura de Procedencia	Muestra Codificada	Resistencia de Diseño a Compresión (Kg/cm²)	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Luz Libre de Especimen (mm)	Ancho Especimen (mm)	Altura Especimen (mm)	Fuerza de Rotura (KN)	Modulo de Rotura (MPa)	Modulo de Rotura (Kg/cm²)	Modulo de Rotura Promedio (Kg/cm²)	% Respecto al f <sub>c</sub>
07	Viga con Dramix 4D 3%	V-01	300.00	03/08/21	10/08/21	7	450.00	151.00	151.00	36.41	4.76	48.53	46.03	15.34%
08	Viga con Dramix 4D 3%	V-02	300.00	03/08/21	10/08/21	7	450.00	151.00	151.00	34.28	4.48	45.69		
09	Viga con Dramix 4D 3%	V-03	300.00	03/08/21	10/08/21	7	450.00	151.00	151.00	32.93	4.30	43.89		
10	Viga con Dramix 4D 3%	V-04	300.00	03/08/21	17/08/21	14	450.00	151.00	151.00	42.33	5.53	56.42	59.24	19.75%
11	Viga con Dramix 4D 3%	V-05	300.00	03/08/21	17/08/21	14	450.00	151.00	151.00	46.49	6.08	61.96		
12	Viga con Dramix 4D 3%	V-06	300.00	03/08/21	17/08/21	14	450.00	151.00	151.00	44.52	5.82	59.34		
13	Viga con Dramix 4D 3%	V-07	300.00	03/08/21	31/08/21	28	450.00	151.00	151.00	48.46	6.33	64.59	67.03	22.34%
14	Viga con Dramix 4D 3%	V-08	300.00	03/08/21	31/08/21	28	450.00	151.00	151.00	51.52	6.73	68.67		
15	Viga con Dramix 4D 3%	V-09	300.00	03/08/21	31/08/21	28	450.00	151.00	151.00	50.89	6.65	67.83		

**NOTA:** Las vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por el solicitante.  
 Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 Las vigas fueron ensayadas en las caras horizontales que no presenten deformaciones ni irregularidades que alteren el resultado.



**VAZATT CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.**  
**RUBÉN CARGANA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.R. 58268

## ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES (RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO)

ENSAYO 03. Resistencia a la Flexión del Concreto de 7, 14 y 28 Días (Viga con Dramix 4D 5%)

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

ASTM C 78 // AASHTO T 97 // MTC E 709 - 2000 // NTP 339.078

Proyecto : EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021

Alumno : WENCESLAO VARGAS CRUZATT

Departamento : AYACUCHO

Muestra : PRISMAS DE CONCRETO ENDURECIDO

Provincia : HUANCA

Fecha : Setiembre del 2021

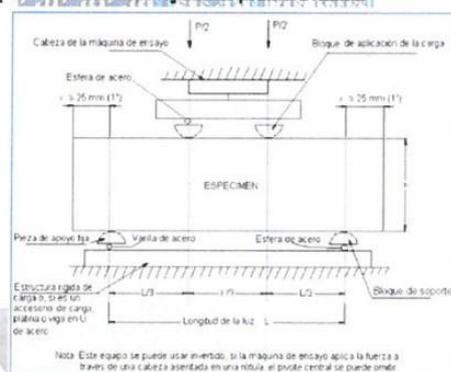
Distrito : SAN JUAN BAUTISTA

N°	Estructura de Procedencia	Muestra Codificada	Resistencia de Diseño a Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Luz Libre de Espécimen (mm)	Ancho de Espécimen (mm)	Altura de Espécimen (mm)	Fuerza de Rotura (KN)	Modulo de Rotura (MPa)	Modulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo de Rotura Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Respecto al Fc
01	Viga con Dramix 4D 5%	V-01	300.00	05/08/21	12/08/21	7	450.00	151.00	151.00	45.35	5.93	60.44	61.07	20.36%
02	Viga con Dramix 4D 5%	V-02	300.00	05/08/21	12/08/21	7	450.00	151.00	151.00	44.50	5.82	59.31		
03	Viga con Dramix 4D 5%	V-03	300.00	05/08/21	12/08/21	7	450.00	151.00	151.00	47.61	6.22	63.45		
04	Viga con Dramix 4D 5%	V-04	300.00	05/08/21	19/08/21	14	450.00	151.00	151.00	51.44	6.72	68.56	67.84	22.61%
05	Viga con Dramix 4D 5%	V-05	300.00	05/08/21	19/08/21	14	450.00	151.00	151.00	50.84	6.64	67.76		
06	Viga con Dramix 4D 5%	V-06	300.00	05/08/21	19/08/21	14	450.00	151.00	151.00	50.43	6.59	67.21		
07	Viga con Dramix 4D 5%	V-07	300.00	05/08/21	02/09/21	28	450.00	151.00	151.00	55.46	7.25	73.92	72.80	24.27%
08	Viga con Dramix 4D 5%	V-08	300.00	05/08/21	02/09/21	28	450.00	151.00	151.00	54.52	7.13	72.66		
09	Viga con Dramix 4D 5%	V-09	300.00	05/08/21	02/09/21	28	450.00	151.00	151.00	53.89	7.04	71.82		

NOTA: Las vigas de concreto han sido preparadas, curadas y transportadas por el solicitante.

Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

Las vigas fueron ensayadas en las caras horizontales que no presenten deformaciones ni irregularidades que alteren el resultado.




**VAZATT CONSULTORES Y CONTRATAS GENERALES S.R.L.**  
 RUSSE-CARRERA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 55259

## 4.4.- Panel Fotográfico



Imagen N° 0 1 Vista de la Evaluación del Pavimento de la Av. Mariscal Castilla (Losa deteriorada por perdida a Flexión).



Imagen N° 0 2 Vista de la Evaluación del Pavimento de la Av. Arenales (Losa deteriorado por perdida a Flexión).



Imagen N° 0 3 Recojo de la muestra de Agregado Grueso (Piedra Chancada) de la Cantera Chillico.



Imagen N° 0 4 Recojo de la muestra de Agregado Fino (Arena Zarandeada) de la Cantera Chillico.



Imagen N° 0 5 Procesamiento de Muestras en Laboratorio del Agregado Grueso y Fino (Obtención de muestras representativas-Cuarteo).



Imagen N° 0 6 Ensayo de Peso unitario de agregado grueso.



Imagen N° 0 7 Ensayo de Peso unitario de Agregado Fino.



Imagen N° 0 8 Análisis granulométrico del Agregado Fino (Arena Zarandeada).



Imagen N° 0 9 Análisis granulométrico del Agregado Grueso (Piedra Chancada).



Imagen N° 0 10 Muestra para determinar el ensayo de Abrasión los Ángeles.



Imagen N° 0 11 Ensayo de abrasión de los ángeles.



Imagen N° 0 12 Materiales para la elaboración de Probetas y Vigas (Cemento, Piedra Chancada, Arena Zarandeada, Dramix 4D y Agua).



Imagen N° 0 13 Elaboración de Probetas de Concreto.



Imagen N° 0 14 Equipo para realizar los ensayos de resistencia a Flexión en las Vigas.



Imagen N° 0 15 Ensayos de Compresión Simple en testigos con 3% de Dramix 4d.



Imagen N° 0 16 Realizando ensayos de resistencia a la compresión simple de los concretos.

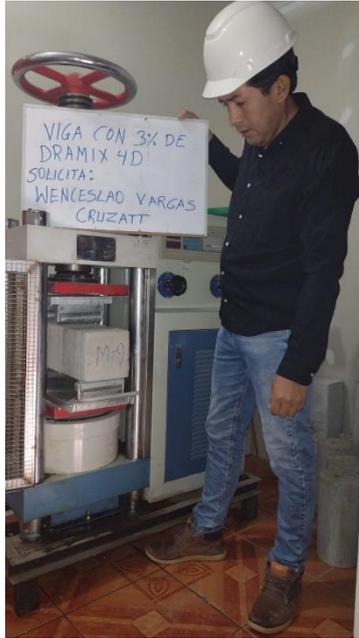


Imagen N° 0 17 Realizando el ensayo a flexión en las vigas.

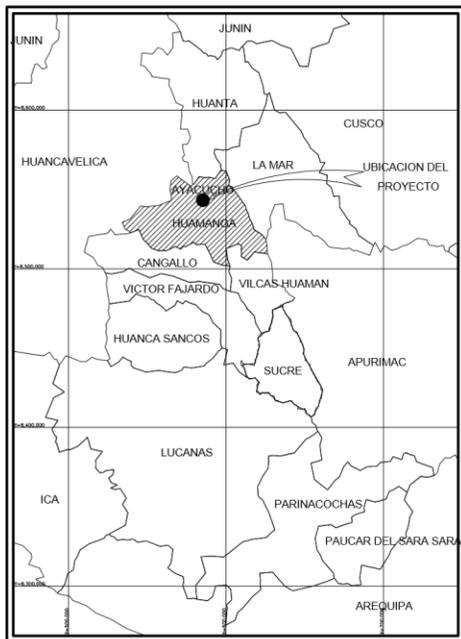


Imagen N° 0 18 Vigas después de los ensayos de flexión en las vigas.

## 4.5.- Planos de referencia



UBICACIÓN DE DEPARTAMENTO  
S/E



UBICACIÓN PROVINCIAL

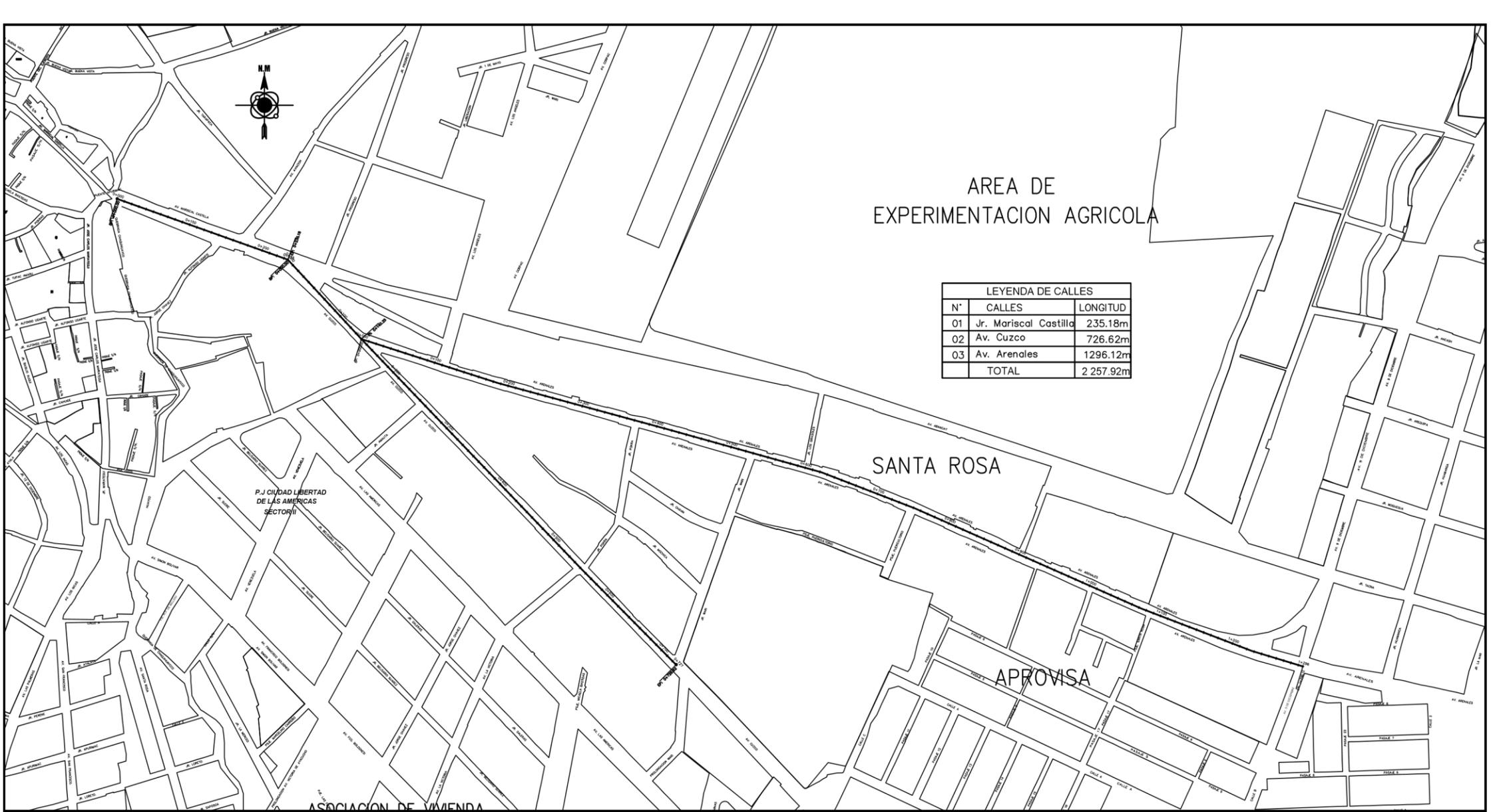


LOCALIZACIÓN DE CANTERAS DE AGREGADO  
S/E



CANTERA CHILICO

<b>PROYECTO:</b> EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021			
<b>UBICACION</b> DEPART. : AYACUCHO PROVINCIA : HUAMANGA DISTRITO : SAN JUAN BAUTISTA LUGAR : Av. Mariscal Castilla Av. Cusco y Av. Arenaltes		<b>ALUMNO:</b> WENCESLAO VARGAS CRUZATT	
<b>PLANO :</b> UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA CANTERA			<b>LAMINA :</b> UC-01
<b>REVISADO:</b>	<b>APROBADO:</b>	<b>ESCALA</b> INDICADA	<b>FECHA</b> AGOSTO DEL 2021



AREA DE  
EXPERIMENTACION AGRICOLA

LEYENDA DE CALLES		
N°	CALLES	LONGITUD
01	Jr. Mariscal Castilla	235.18m
02	Av. Cuzco	726.62m
03	Av. Arenales	1296.12m
TOTAL		2 257.92m

P.J. CIUDAD LIBERTAD  
DE LAS AMERICAS  
SECTOR II

SANTA ROSA

APROVISA

ASOCIACION DE VIVIENDA

<b>PROYECTO:</b> EFECTO DEL USO DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, CASO: AYACUCHO, 2021			
<b>UBICACION</b> DEPART. : AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA DISTRITO : SAN JUAN BAUTISTA LUGAR : Av. Mariscal Castilla Av. Cuzco y Av. Arenales		<b>ALUMNO:</b> WENCESLAO VARGAS CRUZATT	
<b>REVISADO:</b>		<b>PLANO :</b> UBICACIÓN DE CALLES	
<b>APROBADO:</b>		<b>ESCALA</b> INDICADA	<b>FECHA</b> AGOSTO DEL 2021
			<b>LAMINA :</b> UC-01