



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana,  
Piura, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

#### **AUTORES:**

Juarez Viera, Paul Dario (orcid.org/0000-0002-2850-3000)

Sanchez Zapata, Eddie Grabiél (orcid.org/0000-0002-3029-5888)

#### **ASESOR:**

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

#### **LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CALLAO– PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios por haberme brindado una vida llena de bendiciones y por haberme dado la oportunidad de cumplir este logro, A mi madre y hermanos, por ser los pilares fundamentales de mi vida, siendo mi apoyo en todo momento y dándome fuerzas en los momentos más difíciles.

Paul Darío Juárez Viera

Esta tesis va dedicada a Dios por permitirme cumplir este logro y también a mis dos madres que han sido mi motivo de superación, asimismo a todas las personas que me apoyaron en los momentos difíciles para que mi meta sea posible.

Eddie Grabiél Sánchez Zapata

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a nuestras familias por habernos brindado todo su apoyo incondicional durante toda la carrera universitaria, a la universidad Cesar Vallejo por el curso de titulación, de igual manera al Mo. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo por la paciencia y orientación que nos dedicó durante esta etapa final de la investigación, a nuestros amigos por estar ahí desde que comenzamos esta etapa. A todos aquellos que creyeron en nosotros, gracias infinitas.

Los Tesistas.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |             |
|---|-------------|
| <b>DEDICATORIA</b>  | <b>ii</b>   |
| <b>AGRADECIMIENTO</b>   | <b>iii</b>  |
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>                                   | <b>iv</b>   |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>                                       | <b>vi</b>   |
| <b>ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS</b>                           | <b>viii</b> |
| <b>RESUMEN</b>  | <b>ix</b>   |
| <b>ABSTRACT</b>   | <b>x</b>    |
| <b>I.- INTRODUCCIÓN</b>                                       | <b>1</b>    |
| <b>II.- MARCO TEÓRICO</b>                                     | <b>4</b>    |
| <b>III.- METODOLOGÍA</b>                                      | <b>19</b>   |
| <b>3.1. Tipo y diseño de investigación:</b>                   | <b>19</b>   |
| <b>3.2. Variables y Operacionalización:</b>                   | <b>20</b>   |
| <b>3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:</b> | <b>20</b>   |
| <b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b>  | <b>21</b>   |
| <b>3.5. Procedimientos:</b>                                   | <b>22</b>   |
| <b>3.6. Método de análisis de datos:</b>                      | <b>22</b>   |
| <b>3.7. Aspectos éticos:</b>                                  | <b>22</b>   |
| <b>IV.- RESULTADOS</b>  | <b>24</b>   |
| <b>V.- DISCUSIÓN</b>  | <b>46</b>   |
| <b>VI.-CONCLUSIONES</b>                                       | <b>49</b>   |
| <b>VII.- RECOMENDACIONES</b>                                  | <b>50</b>   |
| <b>REFERENCIAS</b>  | <b>51</b>   |
| <b>ANEXOS</b>   | <b>58</b>   |
| <b>ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables</b>     | <b>58</b>   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ANEXO 2: Matriz de Consistencia</b> | <b>59</b> |
| <b>ANEXO 3. Ensayos de Laboratorio</b> | <b>60</b> |
| <b>ANEXO 4: Panel fotográfico</b>      | <b>79</b> |
| <b>ANEXO 5: Planos</b>                 | <b>91</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Conteo vehicular de semana en calle Amotape .....   | 24 |
| <b>Tabla 2.</b> Pavimento rígido .....  | 24 |
| <b>Tabla 3.</b> Calicatas de según el volumen de vehículos .....  | 25 |
| <b>Tabla 4.</b> Ubicación en progresivas.....   | 25 |
| <b>Tabla 5.</b> Resultados CBR de la subrasante .....   | 26 |
| <b>Tabla 6.</b> Resultados CBR de la subrasante .....   | 27 |
| <b>Tabla 7.</b> Resultados de sub base.....   | 27 |
| <b>Tabla 8.</b> Índice de serviciabilidad final .....   | 28 |
| <b>Tabla 9.</b> Valores óptimos de (R) y (Zr) para un diseño de 20 años.....  | 29 |
| <b>Tabla 10.</b> Módulo de reacción compuesto de la subrasante.....   | 30 |
| <b>Tabla 11.</b> Parámetros para el desarrollo de la ecuación AASHTO 93 .....   | 31 |
| <b>Tabla 12.</b> Resultado de la ecuación utilizando el método AASHTO 93 .....  | 31 |
| <b>Tabla 13.</b> Granulometría del agregado grueso .....  | 32 |
| <b>Tabla 14.</b> Peso específico y absorción de agregado grueso .....   | 33 |
| <b>Tabla 15.</b> Ensayo de los Ángeles – Cantera Sojo.....  | 34 |
| <b>Tabla 16.</b> Granulometría del agregado Fino .....  | 34 |
| <b>Tabla 17.</b> Granulometría para agregado Fino .....   | 35 |
| <b>Tabla 18.</b> Peso específico y absorción de agregado Fino .....   | 35 |
| <b>Tabla 19.</b> Asentamiento .....   | 37 |
| <b>Tabla 20.</b> Tipos de trabajabilidad según el Slump .....   | 37 |
| <b>Tabla 21.</b> Slump del concreto normal e incorporación de la fibra de acero .....   | 38 |
| <b>Tabla 22.</b> Cantidad de fibra de acero por m <sup>3</sup> de concreto .....  | 39 |
| <b>Tabla 23.</b> Ensayo de compresión en probetas cilíndricas de concreto patrón .....  | 40 |
| <b>Tabla 24.</b> Ensayo de compresión de concreto patrón + 2% fibra de acero.....   | 40 |
| <b>Tabla 25.</b> Ensayo de compresión de concreto patrón + 4% fibra de acero.....   | 41 |
| <b>Tabla 26.</b> Ensayo de compresión de concreto patrón + 6% fibra de acero.....   | 41 |
| <b>Tabla 27.</b> Variación de la resistencia a la compresión en un concreto patrón .....  | 42 |
| <b>Tabla 28.</b> Variación de la resistencia a compresión entre una mezcla de concreto patrón y una con 7.62 kg/m <sup>3</sup> (2%) de fibras de acero reciclado..... | 42 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 29.</b> Variación de la resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto patrón y una con 15.24 kg/m <sup>3</sup> (4%) de fibras de acero reciclado ..... | 43 |
| <b>Tabla 30.</b> Variación de resistencia a compresión de una mezcla de concreto patrón y una con 22.86 kg/m <sup>3</sup> (6%) de fibras de acero reciclado.....           | 44 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Cemento.....   | 8  |
| Figura 2 Agregado grueso.....   | 9  |
| Figura 3 Agregado fino.....   | 10 |
| Figura 4 Tamices.....   | 10 |
| Figura 5 dosis de aditivo policarboxilato.....  | 11 |
| Figura 6 prueba de Slump.....   | 12 |
| Figura 7 Prueba resistencia a la compresión.....  | 13 |
| Figura 8 Muestras de fibras de acero reciclado.....   | 15 |
| Figura 9 Capas de un pavimento rígido.....  | 16 |
| Figura 10. Ecuación Método AASHTO 93.....   | 30 |
| Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso.....  | 33 |
| Figura 12. Curva granulométrica del agregado fino.....  | 36 |
| Figura 13. Asentamiento de muestras realizadas.....   | 38 |
| Figura 14. Grafico de barras de diseño de concreto con 7.62 kg/m <sup>3</sup> (2%) de fibras de acero reciclado.....  | 43 |
| Figura 15. Gráfico de barras de Diseño de concreto con 15.24 kg/m <sup>3</sup> (4%) de fibras de acero reciclado..... | 44 |
| Figura 16. Gráfico de barras de diseño de concreto con 22.86 kg/m <sup>3</sup> (6%) de fibras de acero reciclado..... | 45 |



## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo determinar el diseño del pavimento rígido con el uso de fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022.

La metodología empleada fue de tipo aplicada, de diseño experimental y de enfoque cuantitativo, la población estuvo conformada por la calle Amotape de la localidad de Sullana, la muestra fue un total de 24 probetas de concreto.

Los resultados en el diseño del pavimento rígido con la utilización de fibras de acero reciclado fue que presentó un incremento en la resistencia a la compresión del concreto en muestras con proporciones de 7.62 Kg/m<sup>3</sup> (2%), 15.24 Kg/m<sup>3</sup> (4%) y 22.86 Kg/m<sup>3</sup> (6%) aumentando la resistencia en 241.92 Kg/cm<sup>2</sup>, 246.62 Kg/cm<sup>2</sup> y 253.04 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con respecto a la resistencia de un concreto patrón de 221.43 kg/cm<sup>2</sup>, y aplicando el método AASTHO 93 se obtuvo un espesor de losa de concreto de 19.00 cm y una sub base de 20.00 cm.

Concluyendo que en el pavimento rígido, el diseño del concreto con la adición de 6% de fibras de acero reciclado presentó un incremento de 14.28% y con ello, superó la resistencia requerida de 250Kg/cm<sup>2</sup>, demostrándose que la resistencia a la compresión mejora con la adición de este tipo de fibras.

**Palabras clave:** Pavimento rígido, fibra de acero reciclado, mayor resistencia

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to determine the design of the rigid pavement with the use of recycled steel fibers to improve the structural behavior in Amotape street, Sullana, Piura, 2022.

The methodology used was applied type, experimental design and quantitative approach, the population was made up of Amotape street in the town of Sullana, the sample was a total of 24 concrete specimens.

The results in the design of the rigid pavement with the use of recycled steel fibers was that it presented an increase in the compressive strength of the concrete in samples with proportions of 7.62 Kg/m<sup>3</sup> (2%), 15.24 Kg/m<sup>3</sup> (4% ) and 22.86 Kg/m<sup>3</sup> (6%) increasing the resistance by 241.92 Kg/cm<sup>2</sup>, 246.62 Kg/cm<sup>2</sup> and 253.04 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days with respect to the resistance of a standard concrete of 221.43 kg/cm<sup>2</sup>, and applying the AASTHO 93 method, a concrete slab thickness of 19.00 cm and a sub-base of 20.00 cm were obtained.

Concluding that in the rigid pavement, the concrete design with the addition of 6% recycled steel fibers presented an increase of 14.28% and with it, exceeded the required resistance of 250Kg/cm<sup>2</sup>, demonstrating that the compressive strength improves with the addition of this type of fibers.

**Keywords:** Rigid flooring, recycled steel fiber, greater resistance

## I.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad en muchos países existen diferentes daños en sus pavimentos debido a diversos factores, por lo que algunos países han realizado muchas mejoras al diseño de sus vías y a la armadura de sus pavimentos, la creación de nuevos materiales como aditivos han resuelto los contratiempos que se han presentado. Si el pavimento se daña con el tiempo por frecuentes sobrecargas, depende de su estado, para requerir la selección de nuevas ideas que sean favorables, en países como Argentina y Chile a través de pruebas de laboratorio, estos aplican fibra de acero a sus pavimentos, siendo Chile un país que utiliza fibra de acero en muchos proyectos de construcción como aceras, pisos de industrias o agencias aeronáuticas, etc. (Flores, 2018).

Sin embargo, se han realizado muy pocos estudios para verificar el rendimiento del hormigón incorporando elementos de acero a partir de residuos de acero recuperado, ya que existe la posibilidad de reutilizar la fibra de acero reciclado como material de construcción, para verificar cómo se comporta estructuralmente el hormigón armado con fibras de acero reciclados, es importante encontrar una solución económica y medioambiental para gestionar este aditivo reciclado y tratar de recuperar estos elementos en desperdicio y darles un uso (Pal y Pedersen, 2019, p.1).

El Perú es un país que presenta un gran déficit en las pavimentaciones de sus vías, las mismas que necesitan conectarse entre sí, ya que uno de los componentes que mide el desarrollo de un país es la unión del mismo; la accesibilidad y la conectividad entre sus localidades, mientras esto sucede todavía tenemos un problema que se aplica en áreas que en teoría se requiere mejorar las normas de transporte para pavimentos (Flores, 2018, p.19).

En el campo de la construcción las carreteras deben cumplir con muchas exigencias y necesidades en bien de los usuarios, para los pavimentos rígidos se busca la mejora con implementación de nuevos materiales de construcción, de acuerdo a las indicaciones del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial.

La provincia de Sullana no es ajena a la necesidad de obras de pavimentación que beneficie y mejore las condiciones sociales y económicas, además esta ciudad presenta en sus calles pavimentos de concreto con serios problemas estructurales, nuestro estudio se fundamenta en la aplicación de fibras de metal reciclado sobre un diseño de pavimento rígido en la calle Amotape para mejorar sus cualidades tanto físicas como mecánicas, siendo esta una vía muy transitada y un acceso alternativo de una de las principales vías conectoras de la localidad de Sullana y necesita ser pavimentada de manera óptima.

Frente a esta problemática, se plantea lo siguiente como problema general: ¿Cuál es el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022? Y como interrogantes específicas: (a) ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades físico mecánicas de los agregados en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado? (b) ¿Cuál es la variación de la trabajabilidad en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado? (c) ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión en el diseño en el pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado?

La presente investigación se justifica teóricamente ya que tiene un valor científico el cual busca implementar nuevas tecnologías económicas, así mismo ayudará en conocimientos a estudiantes y será un aporte para futuras investigaciones. Presenta una justificación social, pues busca mediante este diseño de pavimento disminuir los costos de transporte público y privado; lograr una mayor dinamización de la economía del territorio mediante el empleo de bienes y de servicios locales, el aumento de los usuarios en las vías; y además reducir el tiempo de viaje. Asimismo, esta investigación presenta una justificación práctica, ya que tiene como finalidad mejorar las características mecánicas del concreto en sus estados, los cuales se presentan en su elaboración en una mezcla fresca o endurecida con la utilización de fibras de acero que proceden del reciclaje, contribuyendo así al crecimiento en el área de la construcción, principalmente en obras de pavimentación.

Según lo mencionado anteriormente se plantea el objetivo general de esta investigación que es: Determinar el diseño del pavimento rígido con el uso de fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura 2022. Y como objetivos específicos (a) Determinar el comportamiento de las propiedades físico mecánicas de los agregados en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado. (b) Determinar la variación de la trabajabilidad en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado. (c) Determinar la variación de la resistencia a la compresión en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado.

Como hipótesis general tenemos que: El diseño del pavimento rígido con la utilización de fibras de acero reciclado logra que se mejore el comportamiento estructural. Asimismo, como hipótesis específicas tenemos: (a) Las propiedades físico mecánicas de los agregados en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado logran mejorar su comportamiento. (b) La trabajabilidad en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado logra una variación positiva. (c) La resistencia a la compresión en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado logra una variación favorable.

## II.- MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del marco teórico de esta investigación, es fundamental considerar antecedentes que tengan relación con el presente estudio. Para ello tenemos como antecedentes internacionales a:

Robalino y López (2018) del estudio titulado: *Determinación de cantidad óptima de fibra de acero para la elaboración de hormigón de cemento portland de MR= 4,5 Mega pascal en losas de pavimentos rígidos* en la Universidad de Guayaquil. Su objetivo fue obtener el número óptimo de hebras de acero a fin de producir concreto del tipo de cemento Portland con un patrón de fractura de MR = 4.5 MPa para el caso de losas, por medio de los resultados de los ensayos a resistencia. Deduciendo que la adición total de hebras metálicas para pavimentos sólidos con MR = 4.5 MPa es 20 kg/m<sup>3</sup>, así como el concreto en estado duro con una resistencia a compresión para un f'c = 350 kg/cm<sup>2</sup> incrementó en 5.99%, a los veintiocho días, este es el aumento mínimo, en contraste con la prueba de flexión, donde el concreto presentó un incremento del 35% de su capacidad de diseño en 28 días, y la propiedad de fractura frágil se vuelve dúctil.

Muñoz (2018) en su tesis para ingeniero civil titulada: *Utilización de fibras de acero en el concreto extraídas del reciclaje de neumáticos* en la Universidad Nacional Autónoma de México. Su objetivo fue evaluar la utilización de hebras de acero provenientes del reciclado de llantas como complemento para reducir las grietas en el concreto, mediante la realización de pruebas simples de compresión y tracción de la mezcla. Concluyendo que se elaboraron concretos con una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup> para darse resultados comparativos, se utilizaron 1,8 kg/m<sup>3</sup> adicionales de cinco tipos de fibras, cuatro muestras de polipropileno y de acero reciclado, teniendo un revenimiento de 12 a 13 cm, con las fibras de polipropileno se logró una mejora del 24 %, y las fibras de acero del reciclaje de llantas obtuvieron un resultado considerable de 34,42 %, se determinó que los resultados no cumplían con las expectativas de la tesis, por lo cual recomiendan aumentar la tasa de adición de estas fibras y, de manera similar, se ha demostrado que la presencia de estas fibras en el concreto le brinda mejoras.

Cando (2016) en su tesis titulada: *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado* en la Universidad central del Ecuador. Su objetivo fue indagar las cualidades físicas y mecánicas del hormigón utilizando fibras de acero reutilizadas, así mismo determinar las características físicas y mecánicas de los agregados de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTEINEN). Concluyendo que la resistencia a compresión a la edad de 28 días presenta un incremento de 30.70% con las fibras minerales recicladas, la cual aumentó respecto al concreto ordinario, la resistencia a la tracción ensayada mostró un aumento de 39.08% y la resistencia a la flexión presento un aumento de 5.90%. Los áridos utilizados en las mezclas de hormigón de acuerdo a los estudios de laboratorio cumplen con lo establecido en las normas INEN, ASTM, en donde la trabajabilidad del hormigón en su estado fresco con la adición de fibras de metal disminuye el valor del revenimiento generando una mezcla menos trabajable, sin embargo, más resistente en su estado endurecido.

Como antecedentes nacionales tenemos a:

Chávez (2021) en su tesis para ingeniero civil titulada: *Diseño del pavimento rígido adicionando con fibras de acero recicladas en avenida el Comercio del distrito de Laramarca-Huaytara-Huancavelica* de la Universidad Cesar Vallejo. Tuvo Como objetivo determinar el efecto del uso del concreto armado con la añadidura de hebras metálicas reutilizadas en las características del pavimento de concreto. Concluyendo que por medio de pruebas de evaluación, los filamentos de metal reciclados mejoran en varios aspectos de las características del concreto tanto en su forma y resistencia, como también permitió que el concreto se vuelva más rígido y reduzca el espesor y el costo de la losa de concreto y se identificó que a 60 kg/m<sup>3</sup>, permite aumentar la capacidad a la compresión en un 8%, 18% y 9% a los siete, catorce y veintiocho días, así mismo genera un incremento del 16% y 24% en su resistencia a flexión a los 14 y 28 días.

Miranda y Rado (2019) de tesis titulada: *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac* de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Tuvieron como objetivo determinar una mezcla de hormigón reforzado con fibra de

acero y cemento con la adición de puzolana y aditivos químicos en la elaboración de pavimentos de concreto, calcular la dosis adecuada de fibra de acero. Se determinó que con filamentos metálicos añadidos en dosis de veinte, veinticinco y treinta kilogramos, el resultado a los 28 días para hormigones con relación a/c igual a 0,50 sin las fibras llega hasta 33,4 kg/cm<sup>2</sup> y con la adición de hilos de metal alcanza valores de resistencia a la flexión de 38,5, 42,1 y 44,3 kg/cm<sup>2</sup>, y también con una relación a/c igual a 0,45 sin hilos, llega a 39 kg/cm<sup>2</sup>, y con la agregación de fibras se alcanzó 46, 49,4 y 51,1 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente y finalmente con una relación a/c igual a 0,40 en ausencia de fibras se obtiene un valor de 45,2 kg/cm<sup>2</sup>, y al agregar hilos de acero se obtiene un valor de 52,8, 56,6 y 61,2 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Sotil y Zegarra (2015) en su tesis titulada: *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido* en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del concreto no armado y con adición de fibras comerciales de acero, específicamente las FF3 y FF4 Wirand, además se pretende definir si se encuentran diferencias entre las propiedades de cada tipo, todo este procedimiento se realizó mediante el diseño de la mezcla según el método de Fuller con una resistencia a la compresión del hormigón  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> y una dosificación de fibra Wirand de 20 kg/m<sup>3</sup>. Concluyeron que el concreto reforzado con hebras de acero Wirand FF3 y el concreto reforzado con fibra de acero Wirand FF4 mejoraron sus propiedades, ya que los datos logrados en las muestras de prueba se comprimieron en 28 días con fibras FF3 y FF4 mostraron una diferencia de 15 y 5 por ciento. Cabe señalar que los resultados primarios tienen una diferencia de 30% y 19% a los 7 y 14 días, respectivamente.

A continuación, se detallan todos los conceptos que tienen relación al tema de investigación:

El concreto es un elemento usado con mayor frecuencia en todo el mundo en el sector construcción, vinculando en su utilización a miles de expertos en el campo, cada experto a base de su experiencia maneja la calidad del concreto, en este



proceso podría existir margen de error lo que puede llevar a un concreto de mala calidad (Orozco, *et al*, 2018).

De acuerdo a Godoy y Gándara (2018) el concreto es una combinación homogénea y se define como una roca artificial formada por cemento, agregado grueso llamado grava y agregado fino llamado arena, agua y aire, por ser un material muy resistente y trabajable es utilizado en el área de la construcción aparte de ser económicamente favorable.

Avinash y Chandra (2021) una mezcla de concreto se desarrolla a través de la elección los materiales apropiados y de la determinación de las proporciones adecuadas para alcanzar las propiedades del concreto oportunas. La cantidad correcta de los materiales genera una construcción económica, obtener las proporciones exactas de una mezcla es algo tedioso porque las características de los materiales cambian considerablemente.

El concreto con Mr de 4,5 MPa empleado en pavimentos rígidos con añadidura de fibras de metal ha logrado influir en el ámbito de la construcción por sus resultados positivos. Este tipo de concreto fortalecido está elaborado con cemento, agregado grueso, agregado fino y fibras del tipo Dramix 80/60, las cuales logran mejorar su comportamiento estructural (Arroyo, *et al*, 2019, p.1).

En un concreto su resistencia depende de las propiedades de los agregados y del cemento, esta pasta se controla a través de la relación  $a/c$ , las características de los agregados en lo general no son manipuladas (Solís, Moreno y Arjona, 2012).

Los elementos que conforman al concreto son: agua, cemento, agregado grueso, agregado fino, aire y en algunos casos la incorporación de aditivos.

Según Villena (2018) el agua de acuerdo a su calidad muestra un valor ecológico el cual es primordial para la salud y el desarrollo económico. En nuestro país el líquido elemento por su procedencia mineral debido a la presencia de montañas y por mantener una economía que depende de la minería, nacen situaciones que involucran la contaminación del agua, alcanzando al líquido de consumo humano, lo que genera un peligro grave para la población que puede ser incontrolable (p, 304).

Un elemento primordial de una mezcla de concreto es el agua, la misma que debe cumplir ciertas condiciones en su preparación, eliminando aquellos agentes que puedan dañar la mezcla. Así mismo es importante señalar que la resistencia a la compresión depende principalmente de la relación a/c (Robayo, 2022).

Dentro del sector construcción el agua que se debe usar es el agua potable, pues esta no presenta impurezas que puedan dañar o alterar las propiedades de un concreto o mortero.

Otro elemento del concreto es el cemento Según la Norma Técnica Peruana de concreto armado E 0.60 (2009) el cemento se define como una sustancia pulverizada que, mediante la añadidura de cierta cantidad adecuada de agua, crea un aglutinante que se endurece debajo del agua como también en el aire (p. 14).



Figura 1 Cemento  
Fuente: Cemento Sol

Existen diferentes tipos de cemento utilizados en la actualidad de acuerdo a cada necesidad requerida por las diferentes construcciones, llegando a ser el más utilizado el cemento portland, el cual está compuesto por una mezcla de carbón y caliza sometidos a una temperatura muy alta (Manrique, 2012).

Dentro del concreto los agregados son considerados componentes que contienen su propia resistencia, los mismos que no alteran el desarrollo de endurecimiento del concreto y pueden garantizar una cohesión en la pasta formada (Toirac, 2012).

El agregado grueso es un elemento principal del concreto, sus propiedades influyen en las características del concreto en su condición fresco y duro, y también en su costo. Los áridos conforman el 70% y 80% del concreto, por lo que es considerable saber sus características y cómo afectan a las propiedades del concreto para mejorar a este (León y Ramírez, 2022).



Figura 2 Agregado grueso  
Fuente: elaboración propia

El agregado fino o también denominado arena se obtiene de manera natural y artificial. De acuerdo a Ávila (2021) la arena de río es una de las más frecuentes en la construcción, la cual presenta pedazos diminutos de grava y es exacta para el trabajo. Su forma de obtención es en el margen de los ríos. Este agregado fino le aporta una resistencia considerable al concreto y en unión con la grava representan un 70% a 75% de toda la mezcla (p.6).



Figura 3 Agregado fino  
Fuente: elaboración propia

La granulometría de los agregados conforma una de las características físicas que afecta directamente la resistencia y el consumo de cemento del concreto preparado (Toirac, 2012). Además, mediante la granulometría se clasifican los tamaños que tiene el agregado, calculando el porcentaje que se retiene en cada tamiz desde los gruesos con la malla de 4" hasta la N° 200 de finos. (Manual de ensayo de materiales, 2016, p.44).



Figura 4 Tamices  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a Holmberg (2019) las sustancias químicas adicionadas a un mortero o concreto se les denomina aditivos, estas modifican las cualidades del concreto.

La cantidad de adición a una mezcla está entre un rango de 0.05% a 5%. Estos aditivos en la actualidad forman parte de estas mezclas, pues con la presencia de ellos mejoran las características ya sea en estado fresco o endurecido, con una adecuada dosificación de aditivos se logra mejorar la mezcla.

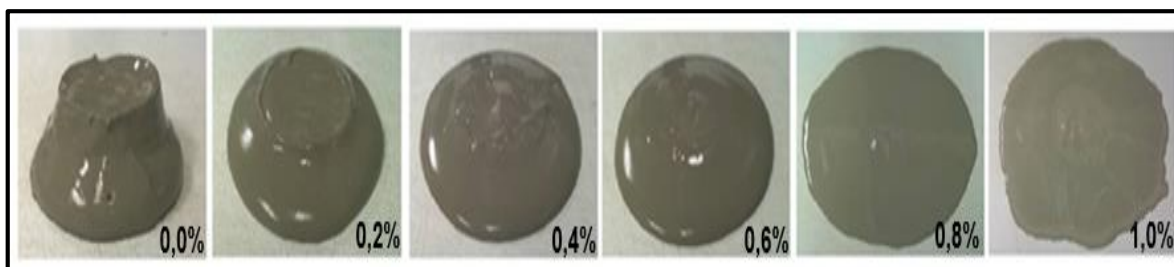


Figura 5 dosis de aditivo policarboxilato.

Fuente: Cemento Sol

Por otro lado, la Norma Técnica Peruana de concreto armado E 0.60 (2009) determina que los aditivos son una mezcla o sustancia diferente del agua y del material aglomerante o cemento hidráulico, estos compuestos se utilizan en el concreto con el fin de variar sus propiedades y se agregan antes o durante la mezcla para cambiar sus características que se requieran en un proyecto (p. 13).

La presencia de aire en una mezcla puede ser señalado de dos tipos tales como aire atrapado y aire incluido. El aire atrapado es creado por el mal mezclado e inapropiado empleo del concreto, para ello se han implementado técnicas de vibrado que resultan ser beneficiosas para este caso. El aire incluido es creado de manera intencional a través de la agregación de un aditivo químico, la finalidad de este es crear un sistema de poros divididos de manera uniforme dentro del concreto (Vidaud, 2015).

El concreto se puede dividir en dos estados: estado fresco y estado endurecido y en cada uno de ellos presentan propiedades.

Según De la Cruz, *et al* (2022) el concreto en su condición fresco sus propiedades son: la trabajabilidad que es una característica del concreto, permitiendo al cemento que logre formas complicadas; la fluidez, permitiendo a través del acero su desplazamiento; la segregación, que resulta de la abundancia del agua y escaso agregado fino; la exudación que se produce por la desvinculación del agua de la

mezcla; y la contracción, que es la modificación del tamaño y se producen fisuras. Asimismo, en su condición endurecido del concreto tenemos como propiedades a la resistencia que tiene la condición de soportar las cargas y la elasticidad que tiene la característica de deformarse.

De acuerdo a Cueva y Palacios (2020) el concreto en su forma fresco tiene características físicas, siendo una de las más notables la trabajabilidad, que determina la homogeneidad y facilidad con que se puede trabajar y mezclar cierta cantidad de materiales para formar concreto, la trabajabilidad también requiere de las propiedades del material, su dosificación y granulometría.

Mediante el asentamiento se evalúa la consistencia del concreto, se mide el descenso de la mezcla y se determina la fluidez de esta, a través del cono de Abrams.

De acuerdo a Guevara, *et al* (2012) El método del Cono de Abrams se fundamenta en coger muestras de una determinada mezcla de concreto que serán examinadas, estas muestras deben tomarse en los primeros cinco minutos de haberse preparado la mezcla. Se usa un cono de acero el cual debe humedecerse con agua y tiene que situarse en una superficie lisa, húmeda, plana y no absorbente. Este cono tiene un espesor de 0.15 centímetros, sus medidas son: 10 centímetros de diámetro superior, 20 centímetros de diámetro de la base y 30 centímetros de altura.



Figura 6 prueba de Slump  
Fuente: Elaboración propia

El concreto es su estado endurecido. Según Hernández, *et al* (2018) menciona que la resistencia a la compresión permite que el concreto soporte cargas de aplastamiento. El ensayo a compresión es el que nos proporciona información acerca de las propiedades mecánicas tanto del material y su de comportamiento

De igual manera Carhuavilca, *et al* (2020) señala que la resistencia a la compresión es una cualidad muy relevante en el concreto, esta es capaz de soportar fenómenos de aplastamientos los cuales son comunes en los materiales utilizados en el diseño de estructuras.



Figura 7 Prueba resistencia a la compresión  
Fuente: elaboración propia

Farfán, *et al* (2019) manifiesta que hace 4000 años se vienen utilizando las fibras como reforzamiento para mejorar sus propiedades y existe evidencia que, en la antigüedad los adobes de barro se elaboraban con paja y para armar el yeso hace unos años usaban pelos de animales como los de cabra o caballo (p.2).

Dentro del ámbito de la construcción el acero es un elemento esencial, debido a que sus propiedades mecánicas se adhieren directamente al concreto formando así una estructura resistente.

De acuerdo a Cruz, *et al* (2018) determina al acero como una combinación entre hierro y carbono en un rango que va desde un 0.0008 a 2% al cual si se le agrega

otros componentes mejora sus características. Los aceros a diferentes temperaturas pueden variar sus propiedades y su comportamiento, ello también dependerá de la dosis de carbono y la forma en la que este se distribuye.

Los metales a comparación de otros elementos, pueden ser reciclados muchas veces recuperando sus cualidades principales, en algunos casos con dificultad, los metales que pueden ser reutilizados son: el plomo, el cobre y el acero llegando a presentar casi siempre una mínima reducción de su calidad (Power, 2007).

Las fibras de acero son un componente importante dentro de la ingeniería, tanto así que en la actualidad son utilizadas como un aditivo dentro del concreto.

Según Chávez y Moreira (2018) La fibra de acero es un pequeño alambre estirado en frío de 60 mm de longitud y forma alargada con ganchos en sus extremos para un mejor desempeño en el refuerzo del concreto, se fijan los extremos de los ganchos para obtener una mezcla de concreto rápida, fácil y homogénea.

Con la aplicación de materiales utilizados de manera opcional, los cuales son determinados como residuos o desechos, en esta ocasión con la utilización de fibras metálicas derivadas de talleres, se busca optimizar los concretos y de alguna forma contribuir con el medio ambiente (Moya y Cando, 2019).

El concreto con refuerzo de fibras de acero ha tenido un progreso ya que además de ser usado como material de construcción también se usa como opción en la mejoría del concreto normal y en un concreto reforzado con malla electrosoldada o barras. Se puede evidenciar que en un concreto simple el comportamiento a tensión es deficiente y este se puede mejorar adicionando fibras al concreto, ya que estas ayudan a controlar la fisuración y a mejorar la tenacidad al concreto (Gallo, Gonzales y Giovanni, 2013).

La añadidura de fibras de acero al concreto logra mejorar sus propiedades, así mismo ayuda a la conservación de este y mitiga la contaminación al medio que nos rodea, los concretos de este tipo se pueden utilizar en diferentes obras de construcción como pavimentos, losas entre otros (Zamora, *et al*, 2021).

Entre los tipos de fibras de acero tenemos de tipo comercial y reciclado.



Según Cárdenas (2014) la fibra de acero comercial son elementos metálicos derivados de fibras de alambres estirados en frío, se encuentran en medidas con espesores entre 0.6 y 1 milímetro de diámetro, pueden ser de forma recta y onduladas, sus usos en el concreto generan mejores propiedades mecánicas (p.66).

De acuerdo a Onuaguluchi et al (2017) define que las Fibras de acero reciclado son filamentos metálicos, estos pueden poseer distintos orígenes, siendo los más comunes el acero comercial y forjado; Sin embargo, también es posible conseguir estas fibras de elementos reciclados de productos manufacturados, como chatarra al final de su vida útil.

Asimismo, Muños, *et al* (2022) menciona que la añadidura de fibras de metal recicladas en un concreto presenta grandes mejoras en sus propiedades tales como la resistencia a la compresión, flexión y tracción.



Figura 8 Muestras de fibras de acero reciclado  
Fuente: elaboración propia

El pavimento está compuesto por capas, que son capaces de soportar cargas y esfuerzos, las mismas que son distribuidas hacia el suelo. Así mismo el pavimento proporciona una capa de rodadura capaz de mejorar el confort de los usuarios y agilizar el transporte de mercancías (Araujo, *et al*, 2016).

Un pavimento rígido según Valdés y Aenlle (2017) se compone de una losa de concreto que reposa encima del terreno, puede darse de manera directa o mediante

una capa de elemento granular, el grosor de esta puede variar de acuerdo al uso del concreto quien tiene la función de transmitir las cargas al suelo.

La armadura de un pavimento rígido está constituida por las siguientes capas: la sub rasante, sub base y la losa de concreto.

Rondón, Zafra y Chaves (2018) señala que la sub rasante, es la parte primordial en el diseño de una vía, pues si esta llega a fallar, la estructura del pavimento también fallará. Su resistencia a la deformación por las cargas vehiculares depende de diversos parámetros los cuales serán evaluados de la mejor manera a fin de brindar un buen diseño. Asimismo (Hancock, 2016, p.34) menciona que la Sub rasante es una capa de terreno que soporta la armadura del pavimento y su espesor abarca una profundidad que no altere la carga de diseño respecto al tráfico planteado. La sub rasante se puede cortar o rellenar, esta debe compactarse para su buen desempeño.

La Sub base es un tipo de capa que forma parte de un pavimento, la cual se encuentra por debajo de la capa de rodadura y encima de la sub rasante, esta capa compactada está compuesta por material granular seleccionado; la cual tiene como funciones principales soportar, transmitir y además el de distribuir de manera uniforme las cargas que se aplican al pavimento (Hancock, 2016, p.35).

La losa de concreto se ubica en el punto externo del pavimento, esta recibe las cargas del tránsito vehicular, y es la encargada de transmitir en su totalidad las cargas a cada una de las otras capas del pavimento (Flores, 2018, p.33).

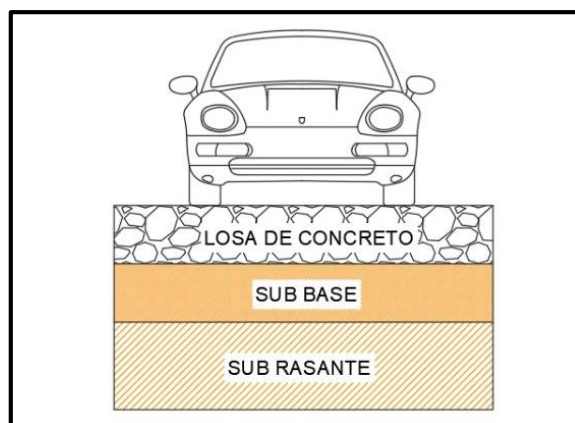


Figura 9 Capas de un pavimento rígido  
Fuente: Elaboración propia

El diseño de pavimentos se basa en describir las cargas que serán fijadas por la circulación de vehículos, así mismo en escoger los materiales idóneos para obtener una resistencia al esfuerzo cortante favorable (Cárdenas, Albiter y Jaimes, 2017).

Entre los métodos de diseño para pavimentos rígidos existen 2 métodos el PCA y AASTHO 93, este último es recomendado por el ministerio de transportes, donde se deben realizar los estudios de tráfico y calcular el módulo de elasticidad acerca del concreto, entre otros parámetros (Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos, 2013, p.8).

El Método AASHTO93 es un manual muy preciso y el más utilizado para la elaboración de diseños tanto de pavimentos flexibles como también de rígidos. Con este método se diseña los pavimentos, con el fin de que soporten las fuerzas a las que estarán expuestos mediante su vida útil (Blog 360 en concreto, párr.7).

Según Capcha (2017) el comportamiento estructural es como la estructura responde a los desplazamientos y deformaciones frente a las fuerzas externas en la que pueda estar sometida; Las fuerzas generales y desplazamientos generales a menudo se denominan relaciones formadoras de estructuras.

El estudio de tráfico se considera un análisis fundamental ya que mediante este determinaremos el flujo vehicular, este se refiere a la frecuencia con que transitaran los distintos tipos de vehículos en la zona; siendo el objetivo de este estudio manifestar el flujo vehicular en términos de un parámetro la carga equivalente de ejes simple o el ESAL (Vega, 2018, pág. 17).

Perez, *et al* (2014) Muchas ciudades del mundo presentan distintos problemas generados por el tráfico vehicular debiéndose al aumento de vehículos, ocasionando incremento de ruido, contaminación, congestionamiento, accidentes viales entre otros. Por ello es importante representar el fenómeno de tráfico a través de modelos para mejorar el flujo vehicular.

El conteo del tráfico Vial, se basa en contabilizar los vehículos de distintas categorías que circulan en una avenida o calle en veinticuatro horas y a lo largo de 01 semana, para posteriormente determinar qué tipo de pavimento será el que

resistirá las cargas, se calcula el IMD que es el índice medio diario (Manual de carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2013, p.73).

La carga equivalente de eje simple (ESAL) es el número total de iteraciones por día de todos los conjuntos de carga, en este caso vehículos, mediante la etapa de diseño del pavimento, según AASHTO (Vega, 2018, p.18).

Vega (2018) el IMDA se da del resultado con respecto a los conteos volumétricos y categorías vehiculares en la zona de estudio en un estimado de siete días, así como un factor de corrección en el cual se pueda apreciar su comportamiento anual sobre el tráfico tanto de pasajeros como de mercaderías (p.25).

El ensayo CBR es una prueba muy importante porque mide del suelo cuanto resiste al esfuerzo cortante y permite la evaluación de la resistencia en las diferentes capas que componen el pavimento, su porcentaje indicado es de 95% respecto a la densidad seca máxima, la inserción para la carga es de 2,54 milímetros (Manual de carreteras-Sección Suelos y Pavimentos, 2013, p.39).

### **III.- METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación:**

##### **Tipo de la investigación**

Arias (2017) un tipo de investigación produce conocimientos que logran solucionar problemas prácticos. La investigación aplicada emplea como base el conocimiento administrado por la investigación básica, empleando sus resultados de manera rápida, a un plazo corto o a mediano, a fin de resolver problemas sociales, educativos, administrativos, de salud, entre muchos más.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona que una investigación, tiene una dirección que es la de solucionar los problemas específicos en una zona estratégica, empleando conocimientos reales ya existentes, sin utilizar nuevos conocimientos, esta es de tipo aplicada (p.94).

Este trabajo presenta una investigación aplicada ya que generó conocimientos de primera línea sobre las dificultades en esta sociedad y en esta ocasión, la necesidad y ausencia de un servicio vial.

##### **Diseño de la investigación**

Guevara, Verdesoto y Castro (2020) señala que cuando el investigador comprueba, que la modificación que ha tenido una de sus variables se ha generado por la alteración a la variable independiente, el tipo de investigación experimental es considerada exitosa, para este tipo de investigación es importante establecer la causa y efecto de un fenómeno, pues los efectos apreciados en una experimentación son respecto a la causa.

La metodología en el diseño de esta investigación será experimental, pues para validar el estudio se realizaron diferentes ensayos experimentales en un laboratorio, donde se determinaron las propiedades físicas y mecánicas con respecto al concreto y su impacto que genera añadiendo fibras de acero donde se midió su trabajabilidad y resistencia a la compresión, entre otros.

## **Enfoque**

Un método cuantitativo es un procedimiento metódico y organizado que se realiza en determinadas etapas, la proyección de preguntas y respuestas compromete acciones de planificación de acuerdo con una estructura de decisión lógica y una táctica que guía la búsqueda de respuestas apropiadas a las preguntas de investigación propuestas. La medición cuantitativa trata de explicar la realidad social desde un punto de vista externo y objetivo (Monje, 2011, p. 19).

Nuestra investigación presentó un enfoque cuantitativo, ya que comprendió procedimientos en secuencia y resultados numéricos a través de diferentes estudios y ensayos para definir conceptos esenciales de la realidad social.

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

#### **Variable cuantitativa 1:**

**Pavimento rígido:** es la composición de una losa de concreto que descansa sobre una sub base y esta última sobre una subrasante, donde los esfuerzos que se absorben por la losa de concreto se transmiten de manera uniforme a las otras capas que componen el pavimento (Córdova y Cruz, 2020).

El pavimento rígido es una estructura basada en una losa de concreto, que se encarga de transmitir las cargas externas hacia las demás capas (sub base, subrasante).

#### **Variable Cuantitativa 2:**

**Fibras de acero:** Son hebras metálicas de distintos tamaños, estas hebras varían de sección transversal y pueden adoptar varias formas y ser utilizadas en distintas áreas industriales y de la construcción, su característica más notable es su diseño de forma alargada (Maccaferri, 2016).

Las fibras de acero son elementos de mucha resistencia, estas pueden ser fibras de acero reciclado y pueden trabajar como aditivo para el concreto mejorando sus características físicas y mecánicas.

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

**Población:**

La población de esta investigación, es la calle Amotape de la localidad de Sullana que actualmente no cuenta con un diseño de pavimento rígido.

**Muestra:**

En este proyecto de investigación la muestra será el número de probetas de concreto a ensayar, en un total de veinticuatro muestras; seis sin fibra de acero y dieciocho con adición de la fibra de acero.

**Muestreo:**

En el caso del muestreo en este proyecto será no probabilístico por conveniencia pues se tomarán muestras independientes de las probabilidades.

**Unidad de análisis:**

El concreto, el cual será evaluado en su estado fresco y endurecido.

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

Cisneros, *et al* (2022) Dentro de una investigación, las técnicas e instrumentos generan una gran variedad de información, existen diferentes técnicas entre ellas la observación participante o no participante la cual presenta una observación de manera organizada y voluntaria por parte del participante (p. 1172).

Las técnicas son la contestación al cómo hacer, permitiendo la utilización de un método de acuerdo al contexto donde se aplique. Existen diferentes técnicas para las actividades humanas las cuales alcanzan diversos objetivos, con respecto al método científico, las técnicas son procedimientos conscientes y reflexivas direccionadas al soporte del método (Baena, 2017).

Campo y Lule (2012) manifiesta que la observación es la manera más simplificada para un registro visual y verdadero de lo que queremos saber, captando lo que sucede en la realidad, para poder ser descrito y analizado desde un punto vista científico. De este modo la observación necesita un sujeto que investigue y un objeto al cual investigar y definir los objetivos que se buscan (p. 49).

En este estudio se emplearon para selección de la información la técnica de la observación participante para recopilar datos, los cuales se desarrollaron con observaciones de campo y laboratorio; se utilizaron cuadernos de campo para recopilar información del terreno y para estudiar el tráfico vehicular se usaron formatos del MTC.

El instrumento que se empleo es la guía de observación, la cual tuvo la finalidad de obtener los diferentes datos cuantitativos tomados en campo.

### **3.5. Procedimientos:**

**Primero:** Se realizará la visita de campo haciendo el recorrido del tramo de la calle.

**Segundo:** Se realizará el estudio vial y exploración de suelos en la zona del proyecto.

**Tercero:** Se obtendrán las fibras metálicas de desperdicios de obras y talleres, para el posterior diseño de las mezclas tanto de un concreto normal y otras con la empleabilidad de fibras de metal.

**Cuarto:** En el laboratorio se realizarán los ensayos a los agregados, muestras de suelo de la calle en estudio y a las probetas de concreto, realizándose pruebas de compresión.

**Quinto:** Se realizarán los planos correspondientes del proyecto.

**Sexto:** Se obtendrán los resultados del laboratorio para su análisis y así determinar muestras discusiones, conclusiones y finalmente las recomendaciones.

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

En esta investigación para la realización del análisis de datos se utilizará el programa de Microsoft Excel donde se elaborarán hojas de cálculo a fin de obtener el conteo total de vehículos, las propiedades y realización del análisis del material para base del pavimento de las canteras evaluadas, el diseño de mezclas, el uso de plantillas de cálculos para obtener el espesor del pavimento rígido, así como también la elaboración de planos con el uso del programa AutoCAD.

### **3.7. Aspectos éticos:**



En una investigación se necesita de la ética para lograr los objetivos a nivel profesional.

Es responsabilidad de nosotros como investigadores cumplir con los lineamientos y normativas que nos brinda la universidad Cesar Vallejo para realizar un trabajo óptimo a fin de brindar mejores conocimientos y resultados precisos que estén a la disposición de cualquier investigador a nivel nacional.

Nuestro proyecto está realizado de acuerdo a lo establecido en el código de ética, aplicando los valores como verdaderos profesionales y respetando la propiedad intelectual de los investigadores.

Asimismo, los ensayos de esta investigación se realizaron en un laboratorio acreditado validando así los resultados que se obtuvieron, lográndose un trabajo único.

Dando fe que la información obtenida en la presente investigación es verdadera y confiable.

#### IV.- RESULTADOS

En el diseño del pavimento rígido con el uso de fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura 2022, Se determinó:

##### Análisis de tráfico en la calle Amotape

El análisis vehicular de tráfico se realizó durante un mínimo de 7 días consecutivos y durante 24 horas por cada estación con un factor de corrección según Tabla Técnica de Carreteras Interurbanas del MTC, el conteo se inició el día 15 de agosto y finalizando el 21 de agosto de 2022.

**Tabla 1. Conteo vehicular de semana en calle Amotape**

| TRÁFICO VEHICULAR POR DÍA |            |            |            |            |            |            |            |               |            |          |            |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|----------|------------|
| TPO DE VEHICULO           | Lunes      | Martes     | Miércoles  | Jueves     | Viernes    | Sábado     | Domingo    | TOTAL SEMANAL | IMDS       | FC       | IMDA       |
| AUTOMOVIL                 | 60         | 82         | 81         | 92         | 86         | 84         | 83         | 568           | 81         | 0.947215 | 77         |
| S. WAGON                  | 60         | 62         | 63         | 59         | 55         | 52         | 48         | 399           | 57         | 0.947215 | 54         |
| CAMIONETA                 | 70         | 75         | 72         | 87         | 90         | 83         | 85         | 562           | 80         | 0.947215 | 76         |
| COMBI                     | 60         | 53         | 46         | 42         | 40         | 41         | 38         | 320           | 46         | 0.947215 | 43         |
| MICRO                     | 68         | 76         | 72         | 65         | 62         | 58         | 62         | 463           | 66         | 0.947215 | 63         |
| CAMION 2E (C2)            | 30         | 35         | 45         | 35         | 35         | 30         | 20         | 230           | 33         | 0.969333 | 32         |
| <b>TOTAL</b>              | <b>348</b> | <b>383</b> | <b>379</b> | <b>380</b> | <b>368</b> | <b>348</b> | <b>336</b> | <b>2542</b>   | <b>363</b> |          | <b>345</b> |

Fuente: Elaboración Propia, 2022

**Tabla 2. Pavimento rígido**

| Pavimento rígido  |  |  |
|---|--|--|
| Tasa anual de crecimiento de vehículos pesados                  | r:   | 2.23%  |
| Tiempo de vida útil de pavimento (años)                         | n:   | 20   |
| Factor Fca vehículos pesados                                    | <b>Factor Fca = <math>\frac{(1+r)^n-1}{r}</math></b> | Fca 24.86                                      |
| Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido                 |  | 1 calzada, 2 sentidos,<br>1 carril por sentido |
| Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)                        | Fc*Fd  | 0.50   |
| Número de ejes equivalentes (ESAL)                              | ESAL   | 787 049  |
| <b>#EE = 365 * (<math>\Sigma f</math>.IMDA) * Fd * Fc * Fca</b> |  |  |

Fuente: Elaboración Propia, 2022

En la tabla 2 tenemos que el número de ejes equivalentes para la calle Amotape para 20 años obtuvimos un valor de **787,049 EE**, el cual se clasifica como carretera de tipo TP4 según los rangos de 750,001 y los 1'000,000 de ejes equivalentes.

### **Análisis de suelos de sub rasante de la calle Amotape**

Cumpliendo con lo que indica el Manual de carreteras, las muestras fueron extraídas en campo y transportadas al laboratorio para su análisis.

**Tabla 3. Calicatas de según el volumen de vehículos**

| <b>Categoría de carretera</b>  | <b>Profundidad (m)</b> | <b>Nº mín. de calicatas</b> |
|--|------------------------|-----------------------------|
| III Clase: IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50 m mínima          | 2 calicatas por km          |

**Fuente:** Manual de carreteras. Sección, Suelos y pavimentos, 2013

**Tabla 4. Ubicación en progresivas**

| <b>MUESTRA</b> | <b>PRUEBA</b> | <b>UBICACIÓN</b> | <b>PROFUNDIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> |
|----------------|---------------|------------------|--------------------|-----------------|
| M-01           | CBR           | Km 00+500        | 1.50 mt            | 1.00            |
| M-02           |               | Km 1+000         | 1.50 mt            | 1.00            |
| M-03           | CBR           | Km 1+500         | 1.50 mt            | 1.00            |

**Fuente:** Elaboración Propia, 2022

### **Resultados estratigráficos de Calicatas**

#### **M-1 - 00+500**

Profundidad: 0.15m– 1.50m

Suelo con arena de mediana compacidad con aglomerante limoso y humedad natural baja. Presenta un AASHTO: A-2-4(0) y SUCS: SM de formación semi compacta con una resistencia alta a la penetración, sin presencia de nivel freático. Su CBR promedio al 95% llega a 14.93%, concluyendo que es un suelo bueno a nivel de subrasante.

### **M-2 - 1+000**

PROF: 0.15m – 1.50m

Es un suelo con arena limosa y gravas, constituida por una arena mal graduada con presencia de algunos limos, además de conformación compacta con incorporación de conglomerados como las de cantos rodados, areniscas y roca. Asimismo, es de baja plasticidad y expone de manera natural un pequeño contenido de humedad, el SUCS la clasifica como: SP - SM y un AASHTO: A - 3(0), muestra una conformación compacta de resistencia mediana a la penetración.

### **M-3 - 1+500**

PROF: 0.15m – 1.50m

Presenta un suelo arenoso con un contenido de humedad bajo. De acuerdo al SUCS se clasifica: SM y AASHTO: A-2-4 (0), con una formación compacta y de resistencia media a la penetración, su CBR al 95% es 17.07%, llegando a concluir que el suelo está formado adecuadamente, y para su buen funcionamiento este será compactado incluyéndole agua de manera apropiada.

El estudio realizado de las muestras retiradas con datos de la excavación, descripción, antecedentes y ensayo de suelo, se determinó que los suelos son de tipo arenosos de mezclado con aglomerantes limosos estos presentan contenido de humedad bajo.

**Tabla 5. Resultados CBR de la subrasante**

| <b>N°</b> | <b>CBR</b>                  | <b>Und</b> | <b>C-1</b> | <b>C-3</b> |
|-----------|-----------------------------|------------|------------|------------|
| 1         | MDS al 100%                 | gr/cm3     | 1.68       | 1.66       |
| 2         | MD Seca al 95%              | gr/cm3     | 1.61       | 1.60       |
| 3         | Optimo Contenido de Humedad | %          | 12.12      | 12.35      |
| 4         | CBR al 100 %                | %          | 21.05      | 22.54      |
| 5         | CBR al 95 %                 | %          | 14.93      | 17.07      |

**Fuente:** Elaboración Propia, 2022

Según la tabla 5 los resultados muestran que, la subrasante presenta un C.B.R al 95% de 14.93 % y 17.07 %, el cual según la tabla 6 es de categoría S3: sub rasante Buena.

**Tabla 6. Resultados CBR de la subrasante**

| Categoría de Subrasante    | CBR                         |
|----------------------------|-----------------------------|
| So : Subrasante inadecuada | CBR < 3%                    |
| S1 : Subrasante Pobre      | De CBR ≥ 3%<br>A CBR < 6%   |
| S2 : Subrasante Regular    | De CBR ≥ 6%<br>A CBR < 10%  |
| S3 : Subrasante Buena      | De CBR ≥ 10%<br>A CBR < 20% |

**Fuente:** Manual de carreteras. Sección, Suelos y pavimentos, 2013

### Resultados de CBR de Sub base

Las muestras para la capa de la sub base fueron obtenidas de la cantera Sojo

### Ensayos del Laboratorio

**Tabla 7. Resultados de sub base**

| N° | CBR                         | Und                      | M1    |
|----|-----------------------------|--------------------------|-------|
| 1  | Máxima Densidad Seca al 95% | <b>gr/cm<sup>3</sup></b> | 2.16  |
| 2  | Óptimo Contenido de Humedad | %                        | 6.78  |
| 3  | Índice de plasticidad       | %                        | 2.40  |
| 4  | CBR al 95 %                 | %                        | 64.00 |

**Fuente:** Elaboración Propia, 2022

El agregado extraído de la cantera es un suelo con arena y grava (GW), según la tabla 7 se ha obtenido un CBR= 64 %, por lo tanto, se encuentra dentro de la categoría para un tipo de suelo de alta resistencia y de capacidad buena, cumpliendo con lo normado en el MTC E132 con el CBR mínimo de 40% para bases de afirmado.

## FACTORES DE DISEÑO

### Ejes Simples Equivalentes

El estudio de tráfico realizado nos da como resultado que el tipo de tráfico es Tp4. de acuerdo al Manual de Carreteras- suelos y pavimentos.

$$ESAL = W82 = 787,049$$

### Índice de Serviciabilidad

Una de las primeras condiciones del pavimento que se tiene en cuenta cuando se construye es el Índice de Servicio Inicial ( $p_0$ ), en la norma CE. 010 pavimentos urbanos recomiendan:

$$P_0 = 4.5$$

### Índice de Serviciabilidad Final (pt)

**Tabla 8. Índice de serviciabilidad final**

| Pt   | Tipo de vía                |
|------|----------------------------|
| 3.00 | Expresas                   |
| 2.50 | Arteriales                 |
| 2.25 | Colectoras                 |
| 2.00 | Locales y estacionamientos |

**Fuente:** Norma técnica de edificación CE.010 Pavimentos Urbanos

$$Pt = 2.25$$

### Nivel De Confiabilidad (%R) y desviación Estándar Normal (Zr)

Según el ESAL calculado nos dio el valor  $EE W_{18} = 787,049$  en cual está en el rango de Tp4 y tiene un nivel de confiabilidad  $R = 80\%$ ; según lo muestra la tabla 9.

$$R = 80 \%$$

Asimismo, nos da el valor de la desviación estándar normal (Zr)

$$Z_r = - 0.842$$

**Tabla 9. Valores óptimos de (R) y (Zr) para un diseño de 20 años**

| TIPO DE CAMINOS                    | TRAFICO    | EJES           |                  | NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr) |
|------------------------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------|---------------------------------|
|                                    |            | EQUIVALENTES   | ACUMULADOS       |                            |                                 |
| Camino de bajo volumen de tránsito | Tp0        | 100 000        | 150 000          | 65%                        | -0.385                          |
|                                    | Tp1        | 150 001        | 300 000          | 70%                        | -0.524                          |
|                                    | Tp2        | 300 001        | 500 000          | 75%                        | -0.674                          |
|                                    | Tp3        | 500 001        | 750 000          | 80%                        | -0.842                          |
|                                    | <b>Tp4</b> | <b>750 001</b> | <b>1 000 000</b> | <b>80%</b>                 | <b>-0.842</b>                   |

Fuente: Manual de Carreteras - sección Suelos y Pavimentos 2013

### **Error estándar combinada de todas las variables (So)**

Para pavimentos rígidos el "So" es de 0.30 a 0.40 según AASHTO 93.

$$\mathbf{So = 0.40}$$

### **Coefficientes de Drenaje (Cd)**

Este coeficiente tiene el valor de 1 por la recomendación del MTC.

$$\mathbf{Cd = 1}$$

### **Módulo de reacción efectivo de la subrasante**

Se emplearon las ecuaciones, que se hallan teniendo en cuenta el CBR de diseño según el AASHTO 93, el CBR promedio de la subrasante es 16% y el CRB de la sub base es 64%.

**Tabla 10. Módulo de reacción compuesto de la subrasante**

| <b>MÉTODO AASHTO</b>                                       |                      |                          |
|--|----------------------|--------------------------|
| <b>DATOS DE LA SUB BASE:</b>                               |                      |                          |
|  | CBR = <b>64.00 %</b> | Espesor: <b>20.00 cm</b> |
| Si CBR <= 10   |                      |                          |
| K = 2.55 + 52.5 LOG (CBR)                                  |                      |                          |
| Si CBR > 10  |                      |                          |
| K = 46 + 9.08 (LOG (CBR))^4.34                             |                      |                          |
| K =164.15 Mpa/m  |                      |                          |
| <b>DATOS DEL SUELO DE FUNDACIÓN:</b>                       | CBR = 16.00 %        |                          |
| Si CBR <= 10   |                      |                          |
| K = 2.55 + 52.5 LOG (CBR)                                  |                      |                          |
| Si CBR > 10  |                      |                          |
| K = 46 + 9.08 (LOG (CBR))^4.34                             |                      |                          |
| K =66.33 Mpa/m   |                      |                          |
| <b>MÓDULO DE REACCIÓN COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) =</b> | <b>81.42</b>         | <b>Mpa/m</b>             |

Fuente: Elaboración Propia, 2022

### Resistencia del concreto

En este diseño se ha planteado usar un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , según el diseño de concreto elaborado con la adición de 22.86 kg de fibra de acero por m3 de concreto se obtuvo a veintiocho días una resistencia final de 253.04 kg/cm2 la cual cumple para el diseño.

### Diseño de pavimento rígido con el Método AASHTO 93

Ecuación:

$$\text{Log}_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10} \left( \frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 10. Ecuación Método AASHTO 93

Fuente: Manual de Carreteras - sección Suelos y Pavimentos 2013



**Tabla 11. Parámetros para el desarrollo de la ecuación AASHTO 93**

|   |                                    |              |                |
|---|------------------------------------|--------------|----------------|
| <b>Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento</b> |                                    | ESAL(W18)    | <b>787 049</b> |
| <b>Suelo de la subrasante</b>                             |                                    | CBR =        | <b>16.0 %</b>  |
| Módulo de resiliencia de la subrasante                    | $Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$ | MR (psi)=    | 15067.03       |
| Tipo de tráfico   | VERDADERO                          | Tipo:        | TP4            |
| <b>Número de etapas</b>                                   |                                    | Etapas:      | <b>1</b>       |
| Nivel de confiabilidad                                    |                                    | conf.        | 80.0 %         |
| Coeficiente estadístico de desviación estándar normal     |                                    | ZR           | -0.842         |
| <b>Desviación estándar combinado</b>                      |                                    | So           | <b>0.4</b>     |
| Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico  |                                    | Pi           | 4.5            |
| Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico    |                                    | Pt           | 2              |
| Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico     |                                    | $\Delta$ PSI | 2.5            |

**Fuente:** Elaboración Propia, 2022

**Tabla 12. Resultado de la ecuación utilizando el método AASHTO 93**

|                     |       |             |                |                    |      |             |            |             |
|---------------------|-------|-------------|----------------|--------------------|------|-------------|------------|-------------|
| <b>DATOS:</b>       |       |             |                |                    |      |             |            |             |
| K =                 | 81.42 | Mpa/m       | So =           | 0.4                |      |             |            |             |
| Ec =                | 24520 | Mpa         | R =            | 80%                | ZR = |             | -0.842     |             |
| Sc = Mr             |       |             | Pt =           | 2                  |      |             |            |             |
| =                   | 4.90  | Mpa         | $\Delta$ PSI = | 2.5                |      |             |            |             |
| J =                 | 2.80  |             | W80 =          | $7.87 \times 10^5$ |      |             |            |             |
| Cd =                | 1.00  |             | D =            |                    |      |             | por tanteo |             |
|                     |       |             | D =            | <b>190.00</b>      | mm   |             | losa de    |             |
|                     |       |             |                | 20                 | cm   |             | concreto   |             |
|                     |       |             |                |                    |      |             | sub base   |             |
| <b>RESOLVIENDO:</b> |       |             |                |                    |      |             |            |             |
| 1er                 |       |             |                |                    |      |             |            |             |
| miembro             | =     | 2do miembro |                |                    |      |             |            |             |
| 6.90                | =     | -0.3368     | +              | 6.759355887        | +    | 0.064487654 | +          | 0.545701091 |
| <b>6.90</b>         | =     | <b>6.90</b> |                |                    |      |             |            |             |
| <b>OK</b>           |       |             |                |                    |      |             |            |             |

**Fuente:** Elaboración Propia, 2022

Desarrollando la ecuación obtuvimos un pavimento compuesto de una losa de concreto de 19 centímetros de espesor y 20 centímetros de sub base, y de los ensayos de laboratorio se obtuvo un concreto con una resistencia a la compresión de 253.04 kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de fibras de acero reciclado.

**En el comportamiento de las propiedades físico mecánicas de los agregados en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado se determinó:**

**Tabla 13. Granulometría del agregado grueso**

| Tamices ASTM      | TAMAÑO m.m | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | HUSO "67" | HUSO "67" | Tamaño Máximo Nominal: 3/4"             |  |
|-------------------|------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|-----------|-----------|---|--|
|                   |            |               |                    |                      |            |           |           | <b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>        |  |
| 3"                | 76.2       |               |                    |                      |            |           |           | MATERIAL MUESTREADO POR EL PETICIONARIO |  |
| 2 1/2"            | 63.5       |               |                    |                      |            |           |           |   |  |
| 2"                | 50.8       |               |                    |                      | 100.0      |           |           |   |  |
| 1 1/2"            | 38.1       | 0             | 0.0                | 0.0                  | 100.0      | 100       | 100       |   |  |
| 1"                | 25.4       | 0             | 0.0                | 0.0                  | 100.0      | 100       | 100       |   |  |
| 3/4"              | 19.05      | 200           | 1.3                | 1.3                  | 98.7       | 90        | 100       |   |  |
| 1/2"              | 12.7       | 4500          | 29.8               | 31.2                 | 68.8       | 55        | 77.5      |   |  |
| 3/8"              | 9.52       | 5055          | 33.5               | 64.7                 | 35.3       | 20        | 55        | <b>MF= 6.58</b>                         |  |
| Nº 4              | 4.76       | 4824          | 32.0               | 96.7                 | 3.3        | 0         | 10        | <b>%humedad= 0.36</b>                   |  |
| Nº 8              | 2.38       | 0             | 0.0                | 96.7                 | 3.3        | 0         | 5         |   |  |
| Fondo             | 1.19       | 500           | 3.3                | 100.0                | 0.0        |           |           |   |  |
| <b>PESO INIC.</b> |            | 15079         |                    |                      |            |           |           |   |  |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En la tabla 13 se muestra los resultados obtenidos de la granulometría por tamizado realizado al agregado grueso, donde se determinó que este cumple con los límites inferior y superior de acuerdo al HUSO #67 y presenta un porcentaje de humedad de 0.36 %, pues este resultado es el que se busca cuando realizamos un ensayo granulométrico.

En la posterior figura se analizará y comprenderá el análisis granulométrico, teniendo en consideración el porcentaje acumulado que pasa y también los límites superior e inferior del HUSO 67, mostrándose la representación gráfica de dicho análisis.

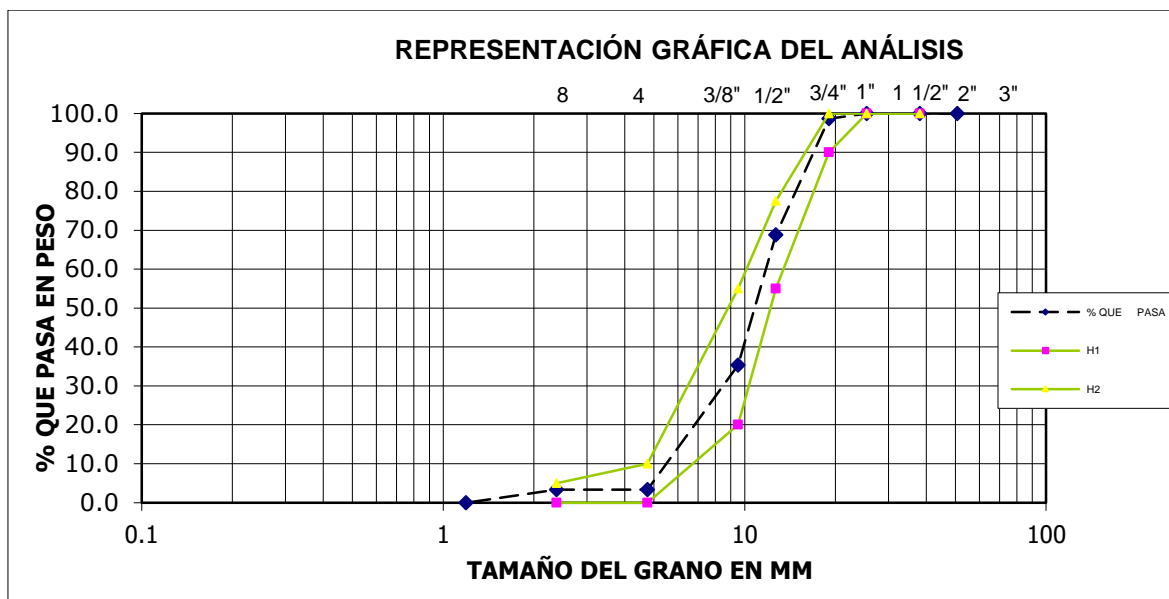


Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia, 2022

En la figura 11 se puede evidenciar que el material seleccionado es el ideal para trabajar los ensayos respectivos, para el diseño del concreto.

### Peso específico y absorción del agregado grueso:

De acuerdo a la tabla 14, se muestran los datos obtenidos del laboratorio de suelos, estos nos servirán para alcanzar los resultados deseados.

**Tabla 14.** *Peso específico y absorción de agregado grueso*

| AGREGADO GRUESO                               |             |               |              |  |
|---|-------------|---------------|--------------|--|
| DESCRIPCION DEL ENSAYO                        | M-1         | M-2           | PROMEDIO     |  |
| A Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)    | <b>1710</b> | <b>1708.0</b> |              |  |
| B Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)    | <b>1087</b> | <b>1073</b>   |              |  |
| C Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)     | 623         | 635           |              |  |
| D Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr) | <b>1696</b> | <b>1695</b>   |              |  |
| E Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)            | 609         | 622           |              |  |
| Pe bulk (Base seca) = D/C                     | 2.722       | 2.669         | <b>2.696</b> |  |
| Pe bulk ( Base saturada) = A/C                | 2.744       | 2.690         | <b>2.717</b> |  |
| Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E               | 2.784       | 2.725         | <b>2.755</b> |  |
| % de absorción = (( A - D ) / D * 100 )       | 0.825       | 0.767         | <b>0.796</b> |  |

Fuente: Elaboración propia, 2022

En la Tabla 14, según los resultados se puede apreciar que el porcentaje de absorción es de 0.796 % del agregado grueso lo cual es apto como lo rige la norma MTC E 206.

### Ensayo de los Ángeles (ABRASIÓN) MTC E 207

**Tabla 15. Ensayo de los Ángeles – Cantera Sojo.**

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| % de desgaste por abrasión | 20.2% |
| % de uniformidad           | 1.0%  |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

**Análisis:** el material de la cantera Sojo presenta un 20.2% del desgaste del agregado grueso, lo cual en el manual de carreteras del MTC para materiales de agregado grueso sí es aceptable; ya que estipula que el porcentaje máximo de los agregados es el 50% de su peso total.

### Granulometría del Agregado Fino

La tabla siguiente indica los datos que se obtuvieron después del procedimiento de tamizado realizado al agregado fino en el laboratorio.

**Tabla 16. Granulometría del agregado Fino**

| Tamices<br>ASTM | ABERTUR.<br>m.m | PESO<br>RETENIDO | % RETENIDO<br>PARCIAL | % RETENIDO<br>ACUMULADO | % QUE<br>PASA | ESPEC<br>TÉCN | ESPEC<br>TÉCN | Tamaño Máximo: 3/8"   |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| 3/4"            | 19.00           |                  |                       |                         | 100.0         |               |               | <b>OBSERVACIONES</b>  |
| 1/2"            | 12.7            | <b>0.0</b>       | 0.0                   | 0.0                     | 100.0         |               |               |                       |
| 3/8"            | 9.52            | <b>0.0</b>       | 0.0                   | 0.0                     | 100.0         | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>L.L. : NP</b>      |
| Nº 4            | 4.76            | <b>20.0</b>      | 3.3                   | 3.3                     | 96.7          | <b>95</b>     | <b>100</b>    | <b>L.P. : NP</b>      |
| Nº 8            | 2.38            | <b>89.3</b>      | 14.6                  | 17.9                    | 82.1          | <b>80</b>     | <b>100</b>    | <b>I.P. : NP</b>      |
| Nº 16           | 1.19            | <b>117.0</b>     | 19.2                  | 37.1                    | 62.9          | <b>50</b>     | <b>85</b>     |                       |
| Nº 30           | 0.59            | <b>143.0</b>     | 23.4                  | 60.5                    | 39.5          | <b>25</b>     | <b>60</b>     |                       |
| Nº 50           | 0.3             | <b>116.3</b>     | 19.1                  | 79.6                    | 20.4          | <b>10</b>     | <b>30</b>     |                       |
| Nº 100          | 0.15            | <b>76.2</b>      | 12.5                  | 92.1                    | 7.9           | <b>2</b>      | <b>10</b>     |                       |
| Nº200           | 0.074           | <b>30.2</b>      | 5.0                   | 97.0                    | 3.0           | <b>0</b>      | <b>5</b>      | <b>%humedad= 1.39</b> |
| Fondo           |                 | <b>18.0</b>      | 3.0                   | 100.0                   | 0.0           |               |               | <b>MF= 2.91</b>       |
| PESO INIC       |                 | <b>610.0</b>     |                       |                         |               |               |               |                       |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En la tabla 16, el agregado fino en su análisis granulométrico, cumple las normas especificadas en la NTP 400.012, siendo su índice que pasó el tamiz N° #200 de 3% que es lo permisible y su módulo de finura es de 2.91 % el cual está incluido en los límites normados en la elaboración de concreto, el agregado satisface el requisito granulométrico del porcentaje que pasa según lo señalado en la Tabla 16 indicado en la tabla 17 y presenta un porcentaje de humedad de 1.39%.

**Tabla 17. Granulometría para agregado Fino**

| Tamiz   |             | Porcentaje que pasa |
|---------|-------------|---------------------|
| Normal  | Alternativo |                     |
| 9,5 mm  | 3/8"        | 100                 |
| 4,75 mm | Nº4         | 95-100              |
| 2,36 mm | Nº8         | 80-100              |
| 1,18 mm | Nº16        | 50-85               |
| 600 µm  | Nº30        | 25-60               |
| 300 µm  | Nº50        | 10-30               |
| 150 µm  | Nº100       | 2-10                |

**Fuente:** Manual de Carreteras del MTC EG 2013

**Tabla 18. Peso específico y absorción de agregado Fino**

| DESCRIPCION DEL ENSAYO                         | M-1           | M-2           | PROMEDIO     |
|--|---------------|---------------|--------------|
| PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE        |               |               |              |
| A SECO   | <b>150.00</b> | <b>150.00</b> |              |
| B PESO DE LA FIOLA + 500 ml de AGUA (a 25° C)  | <b>669.73</b> | <b>669.91</b> |              |
| C PESO DE LA FIOLA + MATERIAL + AGUA           | 819.73        | 819.91        |              |
| D PESO DE LA FIOLA + MATERIAL + AGUA (a 25° C) | <b>761.51</b> | <b>761.64</b> |              |
| E PESO MATERIAL SECO a 105° C                  | <b>148.57</b> | <b>148.79</b> |              |
| F VOLUMEN MASA + AIRE                          | 58.22         | 58.27         |              |
| G VOLUMEN AIRE                                 | 1.43          | 1.21          |              |
| H VOLUMEN MASA                                 | 56.79         | 57.06         |              |
| PESO ESP. BULK SUPERFICIALMENTE SECO           | 2.552         | 2.553         | <b>2.553</b> |
| PESO ESP. BULK SUPERFICIALMENTE SATURADA       | 2.576         | 2.574         | <b>2.575</b> |
| PESO ESP. APARENTE                             | 2.616         | 2.608         | <b>2.612</b> |
| ABSORCION                                      | 0.963         | 0.813         | <b>0.888</b> |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En la Tabla 18, según los resultados del análisis se puede apreciar que el porcentaje de absorción es de 0.888 % del agregado fino lo cual es apto conforme a la norma MTC E 205.

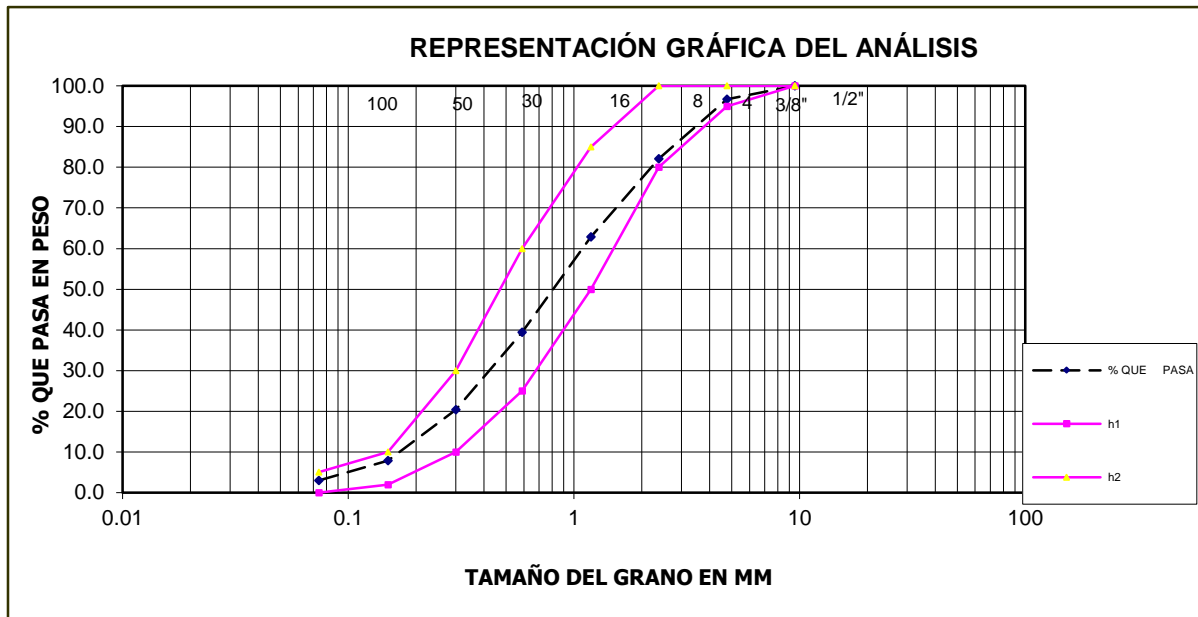


Figura 12. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 nos demuestra que el material está clasificado y es adecuado para empleo en el diseño de un concreto.

En los agregados finos, no se presenta una diferencia de HUSOS, estos solo se rigen a la NORMA ASTM C33 donde se toma en cuenta un límite inferior y superior según lo establecido, luego de realizar el ensayo se comprobó que el agregado cumple con los límites establecidos.

**En la variación de la trabajabilidad en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado se determinó:**

**Ensayo Slump:** nos brindó información relevante de la fluidez y uniformidad del concreto en su estado fresco, siendo este un instrumento muy importante para verificar la calidad de la mezcla, en la tabla 19 se muestra que el máximo asentamiento es de 8 cm en pavimentos y losas.

**Tabla 19. Asentamiento**

| Tipos de Construcción                                 | Asentamiento [cm] |          |
|---|-------------------|----------|
|   | Máximo            | Mínimo   |
| Muros y zapatas de cimentación de hormigón reforzado  | 8                 | 2        |
| Zapatas simples, cajones y muros de la sub-estructura | 8                 | 2        |
| Vigas y muros de hormigón reforzado                   | 10                | 2        |
| Soportes (pilares)                                    | 10                | 2        |
| <b>Pavimentos y losas</b>                             | <b>8</b>          | <b>2</b> |
| Hormigón masivo                                       | 5                 | 2        |

Fuente: ACI 318

**Tabla 20. Tipos de trabajabilidad según el Slump**

| Consistencia | Slump      | Trabajabilidad         | Tipo de Compactación |
|--------------|------------|------------------------|----------------------|
| Seca         | 0" a 2"    | <b>Poco trabajable</b> | Vibrado Normal       |
| Plástica     | 3" a 4"    | <b>Trabajable</b>      | Vibrado Ligero       |
| Fluida       | Mayor a 5" | <b>Muy trabajable</b>  | Chuseado             |

Fuente: Tecnología del Concreto 2018

### **Resultados del Asentamiento en laboratorio**

Se analizaron cuatro ensayos, una muestra de concreto normal y tres incorporándole fibra de acero.

**Tabla 21.** Slump del concreto normal e incorporación de la fibra de acero

|   | <b>Slump (pulgadas)</b> | <b>%</b> | <b>% Variación</b> |
|---|-------------------------|----------|--------------------|
| Concreto normal                                 | 3.7                     | 100      | 0                  |
| Con fibra de acero en: 7.62 kg/m <sup>3</sup>   | 2.70                    | 72.97    | 27.03              |
| Con fibra de acero en : 15.24 kg/m <sup>3</sup> | 2.42                    | 65.40    | 34.60              |
| Con fibra de acero en : 22.86 kg/m <sup>3</sup> | 1.98                    | 53.51    | 46.49              |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

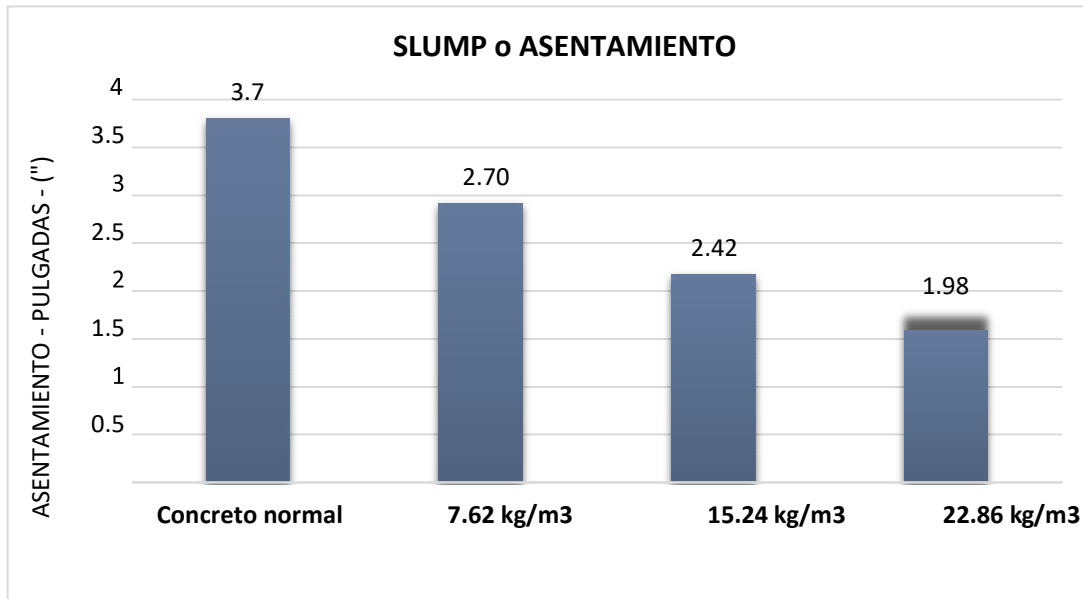


Figura 13. Asentamiento de muestras realizadas

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 21 y figura 13, dio como resultado un asentamiento de 3.7" de un concreto sin la adición de fibras y luego de adicionar la fibra de acero reciclado en dosificaciones de 7.62 kg/m<sup>3</sup>, 15.24 kg/m<sup>3</sup> y 22.86 kg/m<sup>3</sup>, se obtuvo un Slump de 2.70", 2.42" y 1.98" respectivamente, disminuyendo el Slump en comparación a la muestra patrón que mostro un Slump equilibrado de 3.7" y 1.98" para la muestra con mayor fibra de acero, determinándose como de consistencia seca y poco trabajable, resultando así una variación de 46.49% de asentamiento respecto al concreto patrón.



**En la variación de la resistencia a la compresión en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado se determinó:**

**Diseño de mezcla**

Para obtener resultados inicialmente realizamos un diseño de mezcla establecido y con la información que se obtuvo en el laboratorio con una relación a/c de 0.58 con un curado de las probetas a los 7, 14 y 28 días de edad, se cumplió con lo fijado y se respetó a los 28 días el diseño que se quería lograr de 250 kg/cm<sup>2</sup>, con la fibra de acero incorporada.

**Diseño para concreto patrón:**

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| Resistencia requerida | : 250 kg/cm <sup>2</sup> |
| Cemento               | : Tipo 1                 |
| Resistencia promedio  | : 210 kg/cm <sup>2</sup> |
| Consistencia          | : Seca                   |
| Tamaño Máximo nominal | : 3/4"                   |
| Asentamiento          | : 3"- 4"                 |

**Según el diseño de mezclas de concreto en laboratorio:**

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| Cemento         | : 381 kg         |
| Agua            | : 220 lt         |
| Agregado fino   | : 776 kg         |
| Agregado grueso | : 917 kg         |
| <b>Total</b>    | <b>: 2302 Kg</b> |

En el diseño de mezclas anterior, es sobre un concreto patrón, sin embargo, en esta tesis, se incorporó fibras de acero recicladas en dosis de 2%, 4% y 6%, por lo tanto, el diseño de mezcla se debe modificar, incorporando las fibras de acero para obtener la variación de la resistencia.

**Tabla 22.** *Cantidad de fibra de acero por m<sup>3</sup> de concreto*

| <b>Dosificación</b> | <b>Masa</b> |
|---------------------|-------------|
| 2.00 %              | 7.62 kg     |
| 4.00 %              | 15.24 kg    |
| 6.00 %              | 22.86 kg    |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

## Pruebas de resistencia a la compresión del concreto

**Tabla 23.** *Ensayo de compresión en probetas cilíndricas de concreto patrón*

| N° | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | DIÁM ET | SECC               | CARGA DE LECT. | CARGA LECT | F'c OBTENIDA          | F'c DISEÑO            | PROMEDIO              |
|----|------------------|-----------------|--------|---------|--------------------|----------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |                  |                 | (Días) | (Cm)    | (Cm <sup>2</sup> ) | (KN)           | (Kg)       | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 01 | 10/08/2022       | 17/08/2022      | 07     | 10.0    | 78.54              | 130.30         | 13,287     | <b>169.2</b>          | 210                   | <b>170.47</b>         |
| 02 | 10/08/2022       | 17/08/2022      | 07     | 10.0    | 78.54              | 132.30         | 13,491     | <b>171.8</b>          | 210                   |                       |
| 03 | 10/08/2022       | 24/08/2022      | 14     | 10.0    | 78.54              | 142.30         | 14,510     | <b>184.8</b>          | 210                   | <b>185.59</b>         |
| 04 | 10/08/2022       | 24/08/2022      | 14     | 10.0    | 78.54              | 143.60         | 14,643     | <b>186.4</b>          | 210                   |                       |
| 05 | 10/08/2022       | 7/09/2022       | 28     | 10.0    | 78.54              | 170.30         | 17,365     | <b>221.1</b>          | 210                   | <b>221.43</b>         |
| 06 | 10/08/2022       | 7/09/2022       | 28     | 10.0    | 78.54              | 170.80         | 17,416     | <b>221.8</b>          | 210                   |                       |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En la tabla 23 se muestran los resultados de resistencia a compresión de los ensayos realizados a las seis probetas las cuales fueron elaboradas con un concreto normal o concreto patrón sin ningún elemento adicional, las resistencias promedio en los 7 ,14 y 28 días son de 170.47 kg/cm<sup>2</sup> ,185.59 kg/cm<sup>2</sup> y 221.43 kg/cm<sup>2</sup>, se está observando que a los 28 días no se alcanzó con la resistencia requerida.

**Tabla 24.** *Ensayo de compresión de concreto patrón + 2% fibra de acero*

| N° | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | DIÁM ET | SECC               | CARGA DE LECT. | CARGA LECT | F'c OBTENIDA          | F'c DISEÑO            | PROMEDIO              |
|----|------------------|-----------------|--------|---------|--------------------|----------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |                  |                 | (Días) | (Cm)    | (Cm <sup>2</sup> ) | (KN)           | (Kg)       | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 01 | 10/08/2022       | 17/08/2022      | 07     | 10.0    | 78.54              | 135.60         | 13,827     | <b>176.1</b>          | 210                   | <b>176.51</b>         |
| 02 | 10/08/2022       | 17/08/2022      | 07     | 10.0    | 78.54              | 136.30         | 13,899     | <b>177.0</b>          | 210                   |                       |
| 03 | 10/08/2022       | 24/08/2022      | 14     | 10.0    | 78.54              | 148.90         | 15,183     | <b>193.3</b>          | 210                   | <b>194.88</b>         |
| 04 | 10/08/2022       | 24/08/2022      | 14     | 10.0    | 78.54              | 151.30         | 15,428     | <b>196.4</b>          | 210                   |                       |
| 05 | 10/08/2022       | 7/09/2022       | 28     | 10.0    | 78.54              | 184.30         | 18,793     | <b>239.3</b>          | 210                   | <b>241.92</b>         |
| 06 | 10/08/2022       | 7/09/2022       | 28     | 10.0    | 78.54              | 188.36         | 19,207     | <b>244.6</b>          | 210                   |                       |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

Los resultados que se observan en la tabla 24 de los ensayos a compresión, se realizaron a las seis probetas elaboradas con un concreto patrón, incorporándole un 2% de fibra de acero reciclado, siendo en peso 7.62 kg/ m<sup>3</sup>, se obtuvo a los días establecidos resistencias promedio de 176.51kg/cm<sup>2</sup> ,194.88 kg/cm<sup>2</sup> y 241.92

kg/cm<sup>2</sup>, mostrándose que presenta un pequeño aumento en los veintiocho días de curado respecto a la resistencia a compresión y aún no se alcanzó la resistencia requerida.

**Tabla 25.** Ensayo de compresión de concreto patrón + 4% fibra de acero

| N° | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | DIÁMETRO | SECC               | CARGA DE LECT. | CARGA LECT | F <sup>c</sup> OBTENIDA | F <sup>c</sup> DISEÑO | PROMEDIO              |
|----|------------------|-----------------|--------|----------|--------------------|----------------|------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |                  |                 | (Días) | (Cm)     | (Cm <sup>2</sup> ) | (KN)           | (Kg)       | (Kg/cm <sup>2</sup> )   | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 01 | 10/08/2022       | 17/08/2022      | 07     | 10.0     | 78.54              | 139.30         | 14,204     | <b>180.9</b>            | 210                   | <b>181.44</b>         |
| 02 | 10/08/2022       | 17/08/2022      | 07     | 10.0     | 78.54              | 140.20         | 14,296     | <b>182.0</b>            | 210                   |                       |
| 03 | 10/08/2022       | 24/08/2022      | 14     | 10.0     | 78.54              | 152.60         | 15,561     | <b>198.1</b>            | 210                   | <b>198.97</b>         |
| 04 | 10/08/2022       | 24/08/2022      | 14     | 10.0     | 78.54              | 153.90         | 15,693     | <b>199.8</b>            | 210                   |                       |
| 05 | 10/08/2022       | 07/09/2022      | 28     | 10.0     | 78.54              | 189.60         | 19,334     | <b>246.2</b>            | 210                   | <b>246.62</b>         |
| 06 | 10/08/2022       | 07/09/2022      | 28     | 10.0     | 78.54              | 190.30         | 19,405     | <b>247.1</b>            | 210                   |                       |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

De la tabla 25 los resultados que se muestran con la adición de 4 % de fibras de acero reciclado, siendo en peso 15.24 kg/ m<sup>3</sup>, las resistencias promedio en los siete, catorce y veintiocho días fueron de 181.44 kg/cm<sup>2</sup> ,198.97 kg/cm<sup>2</sup> y 246.62 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 26.** Ensayo de compresión de concreto patrón + 6% fibra de acero

| N° | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | DIÁMETRO | SECC               | CARGA DE LECT. | CARGA LECT | F <sup>c</sup> OBTENIDA | F <sup>c</sup> DISEÑO | PROMEDIO              |
|----|------------------|-----------------|--------|----------|--------------------|----------------|------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |                  |                 | (Días) | (Cm)     | (Cm <sup>2</sup> ) | (KN)           | (Kg)       | (Kg/cm <sup>2</sup> )   | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 01 | 10/08/2022       | 17/08/2022      | 07     | 10.0     | 78.54              | 143.90         | 14,673     | <b>186.8</b>            | 210                   | <b>187.41</b>         |
| 02 | 10/08/2022       | 17/08/2022      | 07     | 10.0     | 78.54              | 144.80         | 14,765     | <b>188.0</b>            | 210                   |                       |
| 03 | 10/08/2022       | 24/08/2022      | 14     | 10.0     | 78.54              | 155.90         | 15,897     | <b>202.4</b>            | 210                   | <b>202.97</b>         |
| 04 | 10/08/2022       | 24/08/2022      | 14     | 10.0     | 78.54              | 156.80         | 15,989     | <b>203.6</b>            | 210                   |                       |
| 05 | 10/08/2022       | 07/09/2022      | 28     | 10.0     | 78.54              | 194.50         | 19,833     | <b>252.5</b>            | 210                   | <b>253.04</b>         |
| 06 | 10/08/2022       | 07/09/2022      | 28     | 10.0     | 78.54              | 195.30         | 19,915     | <b>253.6</b>            | 210                   |                       |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

Acorde a la tabla 26 se muestran los resultados con la adición de 6 % de fibras de acero procedente del reciclado, siendo en peso 22.86 kg/ m<sup>3</sup>, las resistencias promedio a los siete, catorce y veintiocho días fueron de 187.41 kg/cm<sup>2</sup>, 202.97

kg/cm<sup>2</sup> y 253.04 kg/cm<sup>2</sup>. Observándose que la resistencia a la compresión aumentó a los 28 días de curado y alcanzó la resistencia requerida.

### Variación de la resistencia a la compresión

**Tabla 27.** *Variación de la resistencia a la compresión en un concreto patrón*

| <b>Muestra de concreto patrón a/c de 0.58</b> |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   | Resistencia obtenida a los 7 días f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia obtenida a 14 días f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia obtenida a los 28 días f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| Muestra 1                                     | 169.17  | 184.75   | 221.10   |
| Muestra 2                                     | 171.77  | 186.44   | 221.75   |
| <b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>                | <b>170.47</b>   | <b>185.59</b>  | <b>221.43</b>  |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

En la tabla 27 se aprecian los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a compresión del concreto patrón obteniendo una resistencia final en los veintiocho días de 221.43 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 28.** *Variación de la resistencia a compresión entre una mezcla de concreto patrón y una con 7.62 kg/m<sup>3</sup> (2%) de fibras de acero reciclado*

|                | <b>Concreto sin fibras de acero Kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>Con fibras de acero (2%) Kg/cm<sup>2</sup></b> |
|----------------|---|---|
| <b>7 Días</b>  | 170.47  | <b>176.51</b>                                     |
| <b>14 Días</b> | 185.59  | <b>194.88</b>                                     |
| <b>28 Días</b> | 221.43  | <b>241.92</b>                                     |

**Fuente:** Elaboración propia, 2022

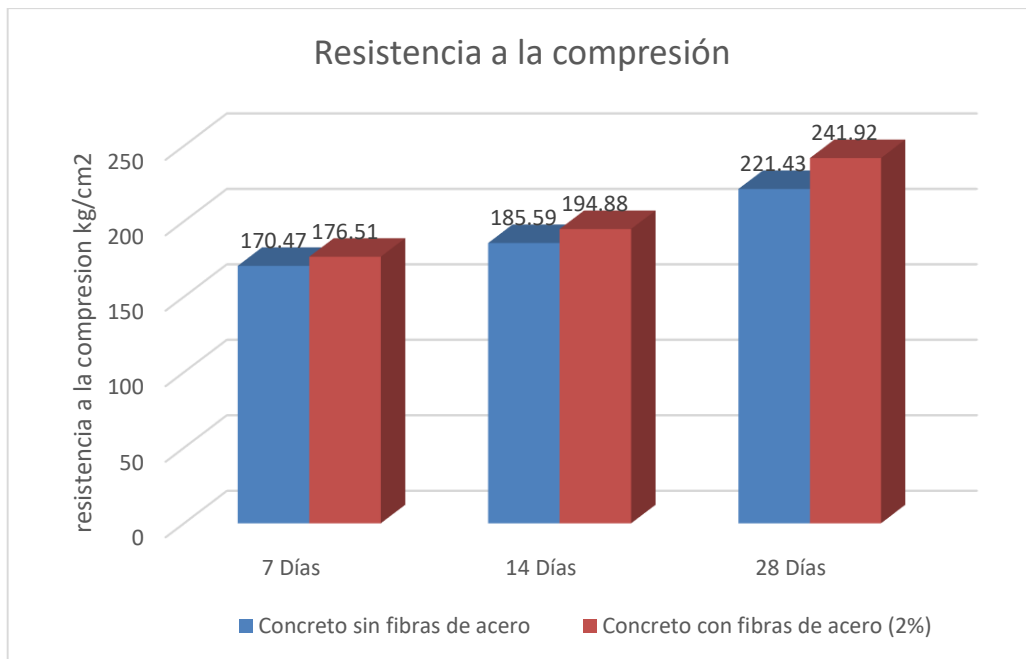


Figura 14. Gráfico de barras de diseño de concreto con 7.62 kg/m<sup>3</sup> (2%) de fibras de acero reciclado

Fuente: Elaboración propia, 2022

De acuerdo al gráfico se observa un concreto con fibras de acero reciclado en la cantidad de 7.62 kg/m<sup>3</sup> que obtuvo a los 28 días un aumento de su resistencia, llegando a 241.92 kg/cm<sup>2</sup> en comparación del concreto patrón, presentando una variación en cuanto a resistencia a la compresión de 9.25 %.

**Tabla 29.** Variación de la resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto patrón y una con 15.24 kg/m<sup>3</sup> (4%) de fibras de acero reciclado

|                | Concreto sin fibras de acero Kg/cm <sup>2</sup> | Concreto con fibras de acero (4%) Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------------|---|--|
| <b>7 Días</b>  | 170.47  | <b>181.44</b>  |
| <b>14 Días</b> | 185.59  | <b>198.97</b>  |
| <b>28 Días</b> | 221.43  | <b>246.62</b>  |

Fuente: Elaboración propia, 2022

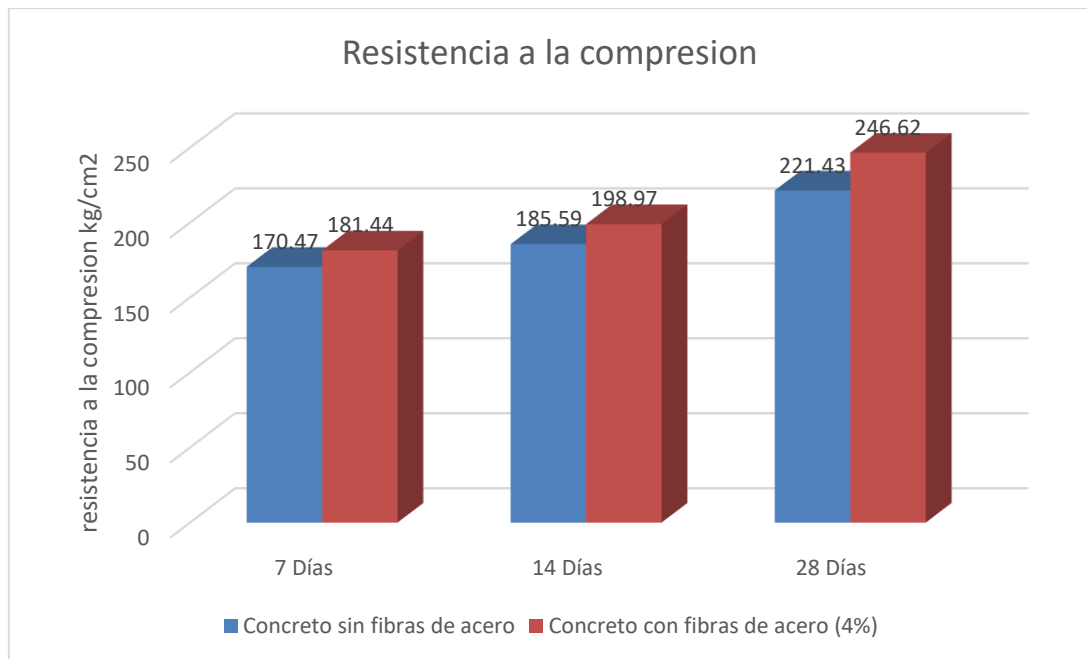


Figura 15. Gráfico de barras de Diseño de concreto con 15.24 kg/m<sup>3</sup> (4%) de fibras de acero reciclado

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 29 y la figura 15 se observa que con acero reciclado de 15.24 kg/m<sup>3</sup> (4%) de cantidad la resistencia de concreto en los 28 días aumento en 246.62 kg/cm<sup>2</sup> en comparación al concreto patrón, presentando una variación de 11.38 % en su resistencia en la propiedad de la compresión.

**Tabla 30.** Variación de resistencia a compresión de una mezcla de concreto patrón y una con 22.86 kg/m<sup>3</sup> (6%) de fibras de acero reciclado

|                | Concreto sin fibras de acero Kg/cm <sup>2</sup> | Concreto con fibras de acero (6%) Kg/cm <sup>2</sup> |
|----------------|---|--|
| <b>7 Días</b>  | 170.47  | <b>187.41</b>  |
| <b>14 Días</b> | 185.59  | <b>202.99</b>  |
| <b>28 Días</b> | 221.43  | <b>253.04</b>  |

Fuente: Elaboración propia, 2022

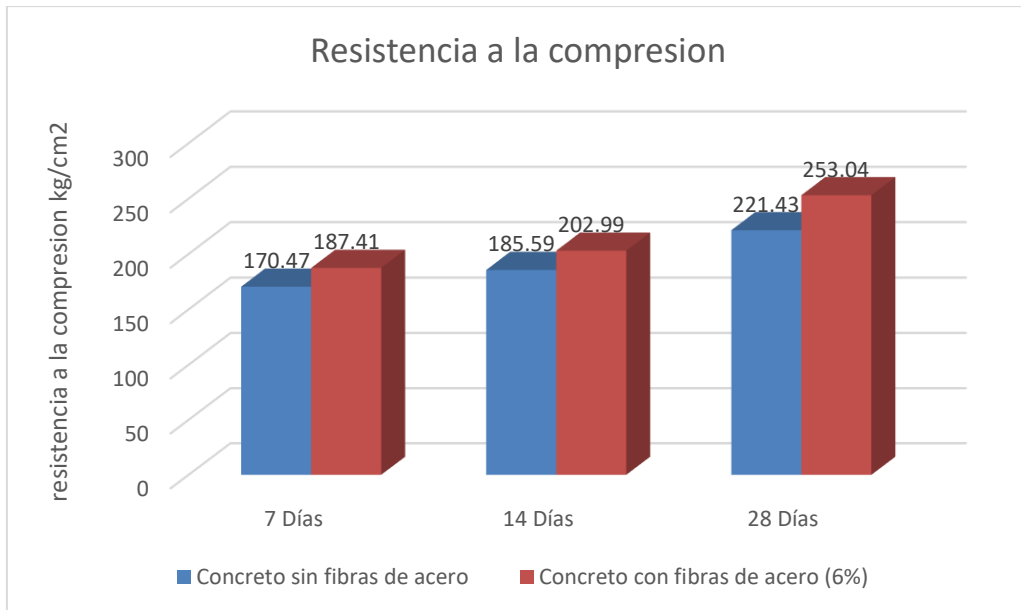


Figura 16. Gráfico de barras de diseño de concreto con 22.86 kg/m<sup>3</sup> (6%) de fibras de acero reciclado

Fuente: Elaboración propia

De la figura visualizamos que la resistencia de concreto con el aumento de fibras de acero reciclado, que se alcanzó en los 28 días en la cantidad de 22.86 kg/m<sup>3</sup> tuvo un aumento de 253.04 kg/cm<sup>2</sup> (6%) en la resistencia a la compresión, logrando la requerida de 250 kg/cm<sup>2</sup>, para el diseño de nuestro pavimento y en comparación del concreto patrón ha presentado una variación de 14.28 % respecto a esta, asimismo se puede evidenciar el aumento de su porcentaje de acuerdo a los días de curado, siendo lo más fundamental para esta investigación que la resistencia a incrementado a medida que aumentaban una mayor cantidad de adición de fibras de acero reciclado.

## V.- DISCUSIÓN

De acuerdo con nuestro proyecto de diseño del pavimento rígido usando fibras de acero reciclado, el concreto presenta un incremento de la resistencia a la compresión en relación a una resistencia inicial de 221.43 Kg/cm<sup>2</sup> llegando a una resistencia de 253.04 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de veintiocho días, esta característica cumple con un concreto estructural adecuado para el pavimento rígido en la calle Amotape lo cual es aceptable en las normas de carreteras del estado y es apto para diseñar la losa de concreto, que de acuerdo al cálculo mediante el método AASHTO 93 da como resultado una losa con un E = 19 cm y una sub base con un E = 20 cm, estos resultados tienen relación con Chávez (2021) quien manifiesta que en un diseño de pavimento rígido con fibras de acero recicladas, el uso de estas hebras metálicas mejora varios aspectos en sus características tanto en su forma y su resistencia, volviéndose más rígido y reduciendo el espesor y el costo de la losa de concreto, indica que la capacidad a la compresión del concreto aumenta en un 9% a los 28 días.

En cuanto a ambos resultados se obtuvieron mejoras en el diseño de su pavimento, logrando mejorar sus propiedades e incrementar su resistencia a la compresión, así mismo se calcularon los grosores de las capas del pavimento.

El uso de la metodología fue la adecuada en la determinación del diseño del pavimento rígido con la adición de fibras de acero reciclado, pues mediante los resultados obtenidos en campo y laboratorio en comparación con trabajos ya existentes se logró el objetivo proyectado.

**D1.** De acuerdo a la tabla 13 se muestran resultados granulométricos por tamizado del agregado grueso el cual obedece a los límites del HUSO #67. Del mismo modo según la tabla 16 el agregado fino cumple la NTP 400.012, presentando un módulo de finura de 2.91% el cual está dentro de los límites normados. Ello guarda relación con lo establecido por Cando (2016) ya que en su estudio los áridos utilizados en las mezclas de hormigón de acuerdo a los estudios de laboratorio cumplen con lo establecido en las normas INEN, ASTM, obteniendo así un hormigón de una calidad óptima.



Ambos resultados cumplen con las normas establecidas, pues los materiales utilizados son óptimos para el diseño requerido en cada estudio.

La metodología empleada para la determinación del comportamiento de las propiedades de los agregados en el diseño del pavimento con la añadidura de fibras de acero reciclado fue la apropiada, pues mediante los resultados obtenidos del laboratorio en semejanza con trabajos existentes se logró el objetivo proyectado.

**D2.** De acuerdo a la tabla 21 el concreto en su estado fresco presenta una reducción en su trabajabilidad respecto a la porción de fibras de metal reciclado incorporadas, en cantidades de 7.62 kg/m<sup>3</sup>, 15.24 kg/m<sup>3</sup> y 22.86 kg/m<sup>3</sup>, resultando un Slump de 2.7", 2.42" y 1.98" , así mismo mostrándose un Slump equilibrado de 3.7" en la muestra normal, donde la muestra con mayor fibras de acero reciclado se determina como de consistencia seca y poco trabajable, resultando así una variación de 46.49% del asentamiento del concreto patrón. Ello presenta similitud con lo que afirma Cando (2016) quien en su proyecto manifiesta que la trabajabilidad del hormigón fresco con la añadidura de fibras de metal disminuye el valor del revenimiento generando una mezcla menos trabajable, sin embargo más resistente en su estado endurecido.

Los resultados de ambas investigaciones determinan que el asentamiento de la mezcla en su estado fresco influyen con la adición de fibras de acero.

La metodología empleada fue la óptima, para determinar la variación de la trabajabilidad en el diseño del concreto añadiéndose fibras de acero reciclado, ya que mediante los resultados obtenidos del laboratorio y en semejanza con trabajos existentes se logró el objetivo proyectado.

**D3.** Según las tablas 22 ,28,29 y 30 con referencia a la fibras de acero recicladas incorporadas en dosificaciones de 2 %, 4 %, 6 %, respecto al concreto mejoran las propiedades de este, aumentando la resistencia a la compresión en porcentajes de 9.25%, 11.38%, 14.28% a los 28 días respectivamente, de esta manera otorgándole al concreto mayor tiempo de vida útil, ello guarda relación con de Sotil y Zegarra (2015), ya que en su estudio que realizaron de concreto reforzado con 2 tipos de fibras de acero comercial en este caso una dosis de 20 Kg/m<sup>3</sup> se han

hecho varias pruebas a flexión, compresión y tracción, logrando un incremento de su resistencia de 15% y 5% y con ello una mejora en sus propiedades a la edad de 28 días.

Con ambos resultados de las investigaciones se puede afirmar que existe una mejora en las propiedades del concreto con las fibras de acero recicladas y comerciales a medida que se ha aumentado las proporciones de estas.

El uso de metodología aplicada para la determinación de la variación de la resistencia a la compresión con la añadidura de fibras de metal reciclado fue la apropiada, pues mediante los resultados obtenidos del laboratorio en semejanza con trabajos existentes se logró el objetivo proyectado.

## VI.-CONCLUSIONES

Conforme al objetivo general, concluimos que el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado logró una resistencia a la compresión final 253.04 kg/cm<sup>2</sup>, y mediante el método AASTHO 93 se obtuvo un grosor de 19.00 cm para la losa y 20.00 cm para la sub base, diseñado para un periodo de 20 años.

En respuesta al OE1, se concluye que las propiedades físico mecánicas de los agregados son adecuadas para el diseño de mezclas, en donde el agregado grueso cumple con los límites inferior y superior del HUSO #67, en cuanto el agregado fino obtuvo un módulo de finura de 2.91 de sus porcentajes retenidos en los tamices cumpliendo con los parámetros que estipula la Norma Técnica Peruana 400.012.

De acuerdo al OE2, se concluye que el uso de fibras de acero reciclado en el concreto diseñado presenta una reducción en su trabajabilidad respecto a la dosificación de fibras de acero incorporadas, en muestras con cantidades de 7.62 kg/m<sup>3</sup>, 15.24 kg/m<sup>3</sup> y 22.86 kg/m<sup>3</sup>, resultó un Slump de 2.70", 2.42" y 1.98" también se presentó un Slump equilibrado de 3.7" en la muestra normal, siendo el Slump de 1.98" de consistencia seca y poco trabajable, resultando una variación de 46.49% de asentamiento.

Según el OE3, se concluye que al incorporar fibras de acero reciclado a un concreto normal en cantidades de 2%, 4% y 6%, este mejora su resistencia a la compresión, obteniendo resistencias de 241.92 kg/cm<sup>2</sup>, 246.62 kg/cm<sup>2</sup> y 253.04 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, a la edad de veintiocho días, alcanzando un incremento de 14.28 % respecto al concreto patrón.

## VII.- RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar en consideración los resultados que se han obtenido en este proyecto, a fin de brindar información en cuanto a la incorporación de fibras de acero reciclado en un diseño de pavimento rígido.

Se recomienda que los agregados sean extraídos de una cantera que cumpla con los estándares de calidad, para evitar daños en el concreto

Se recomienda utilizar una relación a/c de 0.58 de acuerdo a nuestro diseño de mezclas, pues se obtendrá una trabajabilidad aceptable en el concreto fresco lo cual será de ayuda para futuras investigaciones.

Se recomienda la adición de 6% de fibras de acero reciclado en el diseño de un concreto, ya que esta dosificación logra mejorar la resistencia a la compresión a la edad de 28 días, además de utilizar abundante agua en el curado de las probetas para evitar tener datos erróneos en la ruptura de estas.

## REFERENCIAS

ARAÚJO, Marcelo, *et al.* Análisis comparativo de los métodos de suelo pavimento duro (hormigón) x flexible (asfalto). Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 11(10): 187-196, 2016. ISSN: 2448-0959.

ARIAS, Fidias. Efectividad y eficiencia de la investigación tecnológica en la universidad. Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo, 3(1): 64-82, 2017. ISSN: 2443-4426.

ARROYO, Jorge, *et al.* Determinación de cantidad óptima de Fibra de Acero para la elaboración de Hormigón de Cemento Portland para losas de Pavimentos Rígidos. Conferencia: La 17ª Conferencia Internacional Múltiple de Ingeniería, Educación y Tecnología de LACCEI. Enero 2019. ISSN: 2414-6390 recuperado de DOI: 10.18687/LACCEI2019.1.1.363

AVINASH, G y CHANDRA Mohán. Código MATLAB para el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia. Revista Materials Today: Proceedings, 46(17): 8381-8385, 2021. ISSN: 2214-7853 recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.435>

AVILA, Ángel, VICTOR Manuel y JOSE pablo. Concreto. Revista de concreto, (1): 1-12, 2021. ISSN: 1900-5385.

BAENA, Guillermina. Metodología de la Investigación - Serie integral por competencias [en línea]. 3ra. ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. ISBN ebook: 978-607-744- 748-1.

BLOG 360 en concreto [Mensaje en un blog]. Diseño de pavimentos en concreto. Colombia: Argos. 2022. recuperado de <https://formacion.360enconcreto.com/?informacion=contenido&idcontenido=87&tit=metodos-de-disenyo-ashto-parte-1>

CANDO, Luis. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad central del Ecuador, 2016. 223pp.

CAMPOS Guillermo y LULE Nallely. La observación, un método para el estudio de la realidad. Revista Xihmai, 7(13): 45-60, 2012. ISSN: 1870-6703

CÁRDENAS, Jair. Fibras de acero para reforzar concreto. Revista Construcción Metálica, (1):66-69, 2014. ISSN: 1900-5385. Recuperado de: [https://issuu.com/legissa/docs/metastica18\\_baja](https://issuu.com/legissa/docs/metastica18_baja)

CÁRDENAS, Eusebio, ALBITER, Ángel y JAIMES, Janner. Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua. *Ciencia Ergo Sum.* 24(4) ,2017. ISSN 1405-0269. recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10450491009>

CARHUAVILCA, Rivera, *et al.* Trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto para diferentes relaciones agua/cemento. Revista de concreto, (1):1-30, 2020.

CHAVEZ, Eduardo y MOREIRA, Napoleón. Influencia de la fibra de acero en el control de la tenacidad del hormigón simple. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento, 2(2):209-235, 2018. ISSN: 2588-073X

CHÁVEZ, Henry. Diseño del pavimento rígido adicionando con fibras de acero recicladas en avenida El Comercio del distrito de Laramarca-Huaytara-Huancavelica. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 121pp.

CISNEROS Alicia, *et al.* Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. Revista científica dominio de las ciencias, 8(1): 1165-1185, 2022. ISSN: 2477-8818

CAPCHA, Eden, COMPORTAMIENTO estructural, [Mensaje en un blog]. Lima: 17 de enero de 2017. Recuperado de <https://ceaingenieria.blogspot.com/2017/01/comportamiento-estructural.html>

CÓRDOVA, Karen y CRUZ, Lesly. Factores que influyen en el desgaste del pavimento de la av. Ramón Castilla en Chulucanas – Piura 2019. Revista científica ingeniería ciencia, tecnología e innovación, 7(1), 2020.

CRUZ, Eder, *et al.* Caracterización de metales por técnicas metalográficas aplicando métodos estadísticos de calidad “Six sigma de Comprobación” Revista multidisciplinar de innovación y estudios aplicados artículos científicos, de revisión, cortos, casos clínicos, 23(3):228-248, 2018. ISSN: 2550 - 682X recuperado de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/745/html>

CUEVA, Roger y PALACIOS, Lenin. Diseño de concreto para elementos no estructurales utilizando fibras de plástico PET, en la ciudad de Piura. Tesis (título de ingeniero civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2020.132pp.

DE LA CRUZ, Sleyther, *et al.* Resistencia a compresión simple de concreto preparado con aditivos de yeso y residuos de conchas de abanico. Revista Boliviana de química, 39(1): 1-9, 2022. ISSN 2078-3949.

FARFAN, Marlon, *et al.* Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. Artículo de Investigación. 20(2), 4-13, 2019. ISSN 1856-9560.

FLORES, Emanuel. Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.196pp.

GALLO, Arciniegas, *et al.* Comportamiento del concreto reforzado con fibras de acero zp-306 sometido a esfuerzos de compresión. Cienc. En g. Neogranada. 1(23): 117-133, 2013. ISSN 0124-8170. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702013000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702013000100008&lng=en&nrm=iso)

GODOY, María y GÁNDARA, Carlos. El uso de ceniza volante y aditivos en la elaboración del concreto como solución ecológica. Revista de los Desarrollo Local Sostenible, 11(31), 2018. ISSN: 1988-5245.

GUEVARA, Génesis, *et al.* Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. Revista tecnología en marcha, 25(2): 80-86, 2012. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.1632>

GUEVARA, Gladys, VERDESOTO Alexis y CASTRO Nelly. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de

investigación-acción). Revista científica mundo de la investigación y el conocimiento, 4(3), 163-173, 2020. ISSN: 2588-073X.

HANCCO, Henry. Estudio y diseño del pavimento rígido en la av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. 190pp.

HERNÁNDEZ, Luis, *et al.* Resistencia a la compresión del concreto. Revista Ingeniería de construcción, 11(3), 2018. ISSN 1666-7948.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BATISTA, María. Metodología de la Investigación. México: instituto Politécnico Nacional Presidente de la Asociación Iberoamericana de la Comunicación Director del Máster Universitario en Dirección de Comunicación y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Oviedo, 2014. 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

HOLMBERG, Augusto. Hormigón al día: Especial expo hormigón 2019. Revista técnica de la industria de la construcción, (74), 2019.

LEON, María y RAMIREZ, Fernando. Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. Revista Ingeniería de construcción, 25(2): 215-244, 2010. ISSN 0718-5073.

MACCAFERRI, América Latina. Fibras como elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón. Manual técnico. Lima: 2016. 239pp.

MANRIQUE, Ainara. Cemento y concreto, cemento: el material más importante en construcción. Revista Virtual pro, (121): 1-4, 2012. ISSN 1900-6241.

MINISTERIO de transporte y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras sección suelos y pavimentos. Lima: MTC, 2013. 352 pp.

MINISTERIO de transporte y comunicaciones (Perú). Manual de ensayo de materiales. Lima: MTC, 2016. 1269 pp.

MINISTERIO de vivienda construcción y saneamiento (Perú). Reglamento nacional de edificaciones: Norma técnica peruana de concreto armado E 0.60. Lima: RNE, 2009. 201 pp.



MIRANDA, Cristian y RADO, Marco. Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. 171pp.

MONJE, Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Colombia: Universidad Surcolombiana, 2011. 217pp. Recuperado de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

MOYA, Juan y CANDO, Luis. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. Ingenio Revista de la facultad de ingeniería civil, ciencias físicas y matemática, 1(2): 5-14, 2019. Recuperado de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1623>

MUÑOS, Sócrates, *et al.* Comportamiento físico mecánico del hormigón adicionando residuos de acero: una revisión literaria. Revista UIS Ingenierías, 21(1): 57-72, 2022. ISSN: 1657-4583.

MUÑOZ, Mariana. Uso de fibras de acero en el concreto obtenidas del reciclaje de neumáticos. Tesis (título de ingeniero civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2018. 70pp.

ONUAGULUCHI, Obinna, *et al.* Performance of scap tire steel fibers in OPC and alkali-activated mortars. Materials and Structures, 50(157), 2017.

OROZCO, M. *et al.* Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. Revista Ingeniería de construcción, 33(2): 161-172, 2018. ISSN: 0718-5073.

PAL, Rubén y PEDERSEN, Jorge. Comportamiento mecánico del hormigón elaborado con fibras de acero a partir de residuos de llantas. Revista casa de estudio en material de construcción (11): 1-2, 2019. ISSN: 2214-5095.

PEREZ, Fernando, *et al.* Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico. Revista Dina, 81(184): 36-40, 2014. ISSN: 0012-7353. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405005>

POWER, George. Materiales metálicos y reciclaje. Ingeniera Industrial. 2007, (25), 205-222. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337460076013>

RONDÓN, Hugo. Zafra, Carlos y Chaves Saieth. Behavior of a Hot Mix Asphalt using Blast Furnace Slag and Gilsonite. Revista internacional de investigación en ingeniería aplicada, 13(22): 15567-15573, 2018. ISSN 0973-4562.

ROBALINO, Diana y López, Cristopher. Determinación de cantidad óptima de fibra de acero para la elaboración de hormigón de cemento portland de  $m_r = 4,5$  MPa, para losas de pavimentos rígidos. Tesis (título de ingeniero civil). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2018. 112pp.

ROBAYO, Mary. Análisis comparativo entre hormigón tradicional y hormigón con fibra de acero y caucho reciclado bajo diferentes dosificaciones. Revista científica, 8(2): 1315-1333, 2022. ISSN 2477-8818.

SOLIS, Rómel, MORENO, Eric Y ARJONA, Erick. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT), 2(1): 21-29, 2012. ISSN 2007-6835. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4276/427639586004.pdf>

SOTIL, Alfredo y ZEGARARRA, Jorge. Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015 .194pp.

TOIRAC, José. Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la república dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón. Revista ciencia y sociedad, 37(3): 293-334, 2012. ISSN: 0378-7680

VALDES, Lilibet Y AENLLE, Anadelys. Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles en aeropuertos para Cuba. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 11(2): 1-11, 2017. ISSN: 1990-8830.

VEGA, Daniel. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000). Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018 .128pp.

VILLENA, Jorge. Calidad del agua y desarrollo sostenible. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 2018, v.35, 304-308, 1726-4634.

VIDAUD, Eduardo. Aditivos químicos – Aditivos inclusores de aire. Revista de construcción y tecnología en concreto, 9(11), 2015.

Zamora, Sergio, *et al.* Sustainable development of concrete through aggregates and innovative materials: A review. Applied Sciences, 11(629), 1-28, 2021. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.3390/app11020629>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de Operacionalización de variables

| VARIABLE                | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERACIONAL  | DIMENSIONES                      | INDICADORES  | ESCALA DE MEDICIÓN |
|-------------------------|---|---|----------------------------------|--|--------------------|
| <b>Pavimento rígido</b> | El pavimento rígido es una estructura basada en una losa de concreto, que se encarga de transmitir las cargas externas hacia las demás capas (sub base, subrasante).                                  | El pavimento se medirá por factores de diseño de ingeniería, de acuerdo la carga del vehículo, la evaluación de las propiedades de los agregados para la distribución de la mezcla y sus propiedades mecánicas se presentarán en una condición fresca o endurecida. | Propiedades estado fresco        | Asentamiento   | Longitud           |
|                         |   |   | Propiedades estado solido        | Resistencia a Compresión   | Kg/cm <sup>2</sup> |
|                         |   |   | Carga vehicular                  | Índice medio diario-ESAL   | Unidad             |
|                         |   |   | Características de los agregados | Granulometría humedad limite liquido   | Gr/cm <sup>3</sup> |
| <b>Fibras de acero</b>  | Las fibras de acero son elementos de mucha resistencia, estas pueden ser fibras de acero reciclado y pueden trabajar como aditivo para el concreto mejorando sus características físicas y mecánicas. | Las fibras de acero aportan beneficios para la construcción de un pavimento rígido  | Dimensiones                      | - Acortada<br>- Ancha  | Und                |
|                         |   |   | Dosificación                     | Kg de fibras de acero por volumen de concreto en proporciones de 7.62 kg, 15.24 kg, y 22.86 kg | Kg/m <sup>3</sup>  |

## ANEXO 2: Matriz de Consistencia

| <b>TITULO: Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022</b>          |  |  |   |  |   |  |   |
|---|--|--|---|--|---|--|---|
| <b>PROBLEMA</b>   | <b>OBJETIVOS</b>   | <b>HIPOTESIS</b>   | <b>VARIABLES</b>                              |  | <b>DIMENSIONES</b>                                    | <b>INDICADORES</b>   | <b>Metodología</b>  |
| ¿Cuál es el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022?            | Objetivo general:<br>Determinar el diseño del pavimento rígido con el uso de fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura 2022 | Hipótesis general:<br>El diseño del pavimento rígido con la utilización de fibras de acero reciclado logra que se mejore el comportamiento estructural.    | CUANTITATIVA 1                                | Pavimento rígido                                     | Carga Vehicular                                       | -Índice Medio Diario   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de investigación será aplicada.</li> <li>- El diseño de esta investigación será experimental</li> <li>-El enfoque será cuantitativo.</li> <li>- La población está conformada por la calle Amotape de la localidad de Sullana.</li> <li>- La Muestra: <i>será</i> 24 probetas de concreto, 6 sin adición de fibras de acero y 18 con adición de fibras de acero.</li> <li>- Muestreo No probabilístico por conveniencia.</li> <li>- La técnica será la observación participante</li> <li>- El instrumento que se utilizara es la guía de observación.</li> </ul> |
| Problema específicos: ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades físico mecánicas de los agregados en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado? | Objetivos específicos:<br>Determinar el comportamiento de las propiedades físico mecánicas de los agregados en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado.        | Las propiedades físico mecánicas de los agregados en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado logran mejorar su comportamiento. |   |  | Características de los agregados                      | -Granulometría<br>-Humedad<br>-Límites de Consistencia   |   |
|   |  |  |   |  | Propiedades mecánicas en el estado fresco             | -Asentamiento "Slump"<br>-Trabajabilidad<br>- Homogeneidad   |   |
|   |  |  | Propiedades mecánicas en el estado endurecido | -Resistencia a la compresión de muestras cilíndricas |   |  |   |
| ¿Cuál es la variación de la trabajabilidad en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado?  | Determinar la variación de la trabajabilidad en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado  | La trabajabilidad en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado logra una variación positiva.                                     | CUANTITATIVA 2                                | Fibras de acero                                      | Dosificación de la fibra de acero por m3 del concreto | Asentamiento "Slump"<br>-7.62 kg, 15.24 kg y 22.86 kg de fibra de acero<br>-2%,4% y 6% de fibra de acero<br>-Resistencia de compresión |   |
| ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado?   | Determinar la variación de la resistencia a la compresión en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado   | Resistencia a la compresión en el diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado logra una variación favorable.                          |   |  | Variación de la resistencia a la compresión           | 14.28% de variación  |   |

## ANEXO 3. Ensayos de Laboratorio

### Certificados de análisis de agregado fino



- ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
- ESTUDIOS DE SUELOS, PAVIMENTOS Y EDIFICACIONES.

**RUC: 20604965820**

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

*NTP 400.012 - MTC E 204*

**TESIS**

\*DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022\*

**TESISTA**

PAUL DARÍO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

**MUESTRA**

ARENA GRUESA ZARANDEADA

**PROCEDENCIA**

CANTERA CERRO MOCHO

**OPERADOR**

F.M.P.

**FECHA EMISION**

20-Ago-22

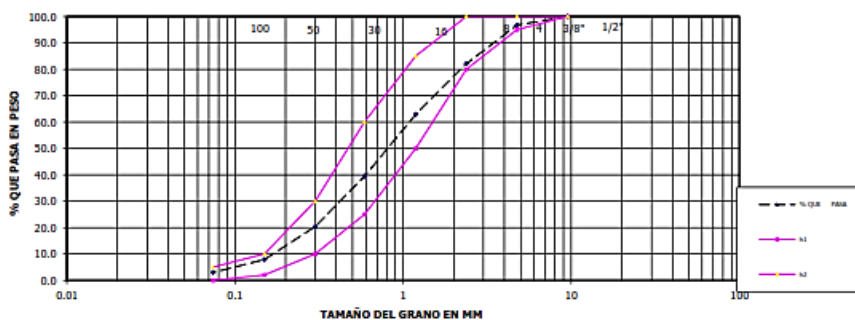
**Nº DE MUESTRA :** M-01

**FECHA RECEPCION :** 13-Ago-22

**MATERIAL MUESTREADO POR PETICIONARIO**

| Tamices ASTM | ABERTUR. m.m | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPEC TÉCN | ESPEC TÉCN | Tamaño Máximo :       |
|--------------|--------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------|------------|-----------------------|
| 3/4"         | 19.00        |               |                    |                      | 100.0      |            |            | 3/8"                  |
| 1/2"         | 12.7         | 0.0           | 0.0                | 0.0                  | 100.0      |            |            | <b>OBSERVACIONES:</b> |
| 3/8"         | 9.52         | 0.0           | 0.0                | 0.0                  | 100.0      | 100        | 100        | L.L. : NP             |
| Nº 4         | 4.76         | 20.0          | 3.3                | 3.3                  | 96.7       | 95         | 100        | L.P. : NP             |
| Nº 8         | 2.38         | 89.3          | 14.6               | 17.9                 | 82.1       | 80         | 100        | I.P. : NP             |
| Nº 16        | 1.19         | 117.0         | 19.2               | 37.1                 | 62.9       | 50         | 85         |                       |
| Nº 30        | 0.59         | 143.0         | 23.4               | 60.5                 | 39.5       | 25         | 60         |                       |
| Nº 50        | 0.3          | 116.3         | 19.1               | 79.6                 | 20.4       | 10         | 30         |                       |
| Nº 100       | 0.15         | 76.2          | 12.5               | 92.1                 | 7.9        | 2          | 10         |                       |
| Nº200        | 0.074        | 30.2          | 5.0                | 97.0                 | 3.0        | 0          | 5          | %humedad: 1.39        |
| Fondo        |              | 18.0          | 3.0                | 100.0                | 0.0        |            |            | M.F = 2.91            |
|              | PESO INIC    | 610.0         |                    |                      |            |            |            |                       |

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ANÁLISIS**



  
**GEOMAQ E.I.R.L.**  
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL  
**DAVID CHRISTOPHER VILAZON RUIZ**  
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL  
CIP N° 257993

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS**  
(NORMA MTC 206-2000 AASHTO T-85 ASTM C-127)

TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

TESISTA : PAUL DARIÓ JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA  
 PROCEDENCIA : CANTERA CERRO MOCHO  
 FECHA : 20-Ago-22

| AGREGADO FINO |  |        |        |  |          |
|---------------|--|--------|--------|--|----------|
|               | DESCRIPCION DEL ENSAYO                       | M-1    | M-2    |  | PROMEDIO |
| A             | PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | 150.00 | 150.00 |  |          |
| B             | PESO DE LA FIOLA + 500 ml de AGUA (a 25° C)  | 669.73 | 669.91 |  |          |
| C             | PESO DE LA FIOLA + MATERIAL + AGUA           | 819.73 | 819.91 |  |          |
| D             | PESO DE LA FIOLA + MATERIAL + AGUA (a 25° C) | 761.51 | 761.64 |  |          |
| E             | PESO MATERIAL SECO a 105° C                  | 148.57 | 148.79 |  |          |
| F             | VOLUMEN MASA + AIRE                          | 58.22  | 58.27  |  |          |
| G             | VOLUMEN AIRE                                 | 1.43   | 1.21   |  |          |
| H             | VOLUMEN MASA                                 | 56.79  | 57.06  |  |          |
|               | PESO ESP. BULK SUPERFICIALMENTE SECO         | 2.552  | 2.553  |  | 2.553    |
|               | PESO ESP. BULK SUPERFICIALMENTE SATURADA     | 2.576  | 2.574  |  | 2.575    |
|               | PESO ESP. APARENTE                           | 2.616  | 2.608  |  | 2.612    |
|               | ABSORCION                                    | 0.963  | 0.813  |  | 0.888    |

Observaciones:



**GEO MAQ E.I.R.L.**  
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL  
 DAVID CRISTÓPHER VILLAZÓN RUIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 257993



- ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
- ESTUDIOS DE SUELOS, PAVIMENTOS Y EDIFICACIONES.

**RUC: 20604965820**

**PESO UNITARIO SUELTO - COMPACTADO  
(MTC E 203-2013 -NORMA AASHTO T-19)**

TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

SOLICITA : PAUL DARIO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

PROCEDENCI: CANTERA CERRO MOCHO

MUESTRA : ARENA GRUESA ZARANDEADA

FECHA : 20-Ago-22

| Repetición N.°                             |                         | Peso Unitario Suelto |       |       | Peso Unitario Varillado |       |       |
|--|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
|  |                         | 1                    | 2     | 3     | 1                       | 2     | 3     |
| Peso del Molde + Agregado Seco             | g                       | 19799                | 19851 | 19890 | 21467                   | 21456 | 21610 |
| Peso del Molde                             | g                       | 6092                 |       |       | 6092                    |       |       |
| Peso del Agregado Seco                     | g                       | 13707                | 13759 | 13798 | 15375                   | 15364 | 15518 |
| Volumen del Molde                          | cm <sup>3</sup>         | 9143                 |       |       | 9143                    |       |       |
| Gravedad Específica del Agregado (SSS)     | 0.01g/cm <sup>3</sup>   | 2.553                |       |       | 2.553                   |       |       |
| % Absorción del Agregado                   | 0.1%                    | 0.09                 |       |       | 0.09                    |       |       |
| Vacíos en el Agregado                      | 0.1%                    | 41.3                 | 41.0  | 40.9  | 34.1                    | 34.2  | 33.5  |
| Peso Unitario del Agregado                 | kg/m <sup>3</sup>       | 1499                 | 1505  | 1509  | 1662                    | 1660  | 1697  |
| <b>Peso Unitario del Agregado Promedio</b> | <b>kg/m<sup>3</sup></b> | <b>1504</b>          |       |       | <b>1686</b>             |       |       |

  
**GEOMAQ E.I.R.L.**  
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL  
**DAVID CRISTÓPHER VILCAZÓN RUIZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 257993



# Certificados de análisis de agregado grueso



- ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
- ESTUDIOS DE SUELOS, PAVIMENTOS Y EDIFICACIONES.

RUC: 20604965820

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

### TESTIS

"DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

### TESTISTA

PAUL DARIÓ JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

### MUESTRA

GRAVA TMN 3/4"

### PROCEDENCIA

CANTERA SOJO - SULLANA

### OPERADOR

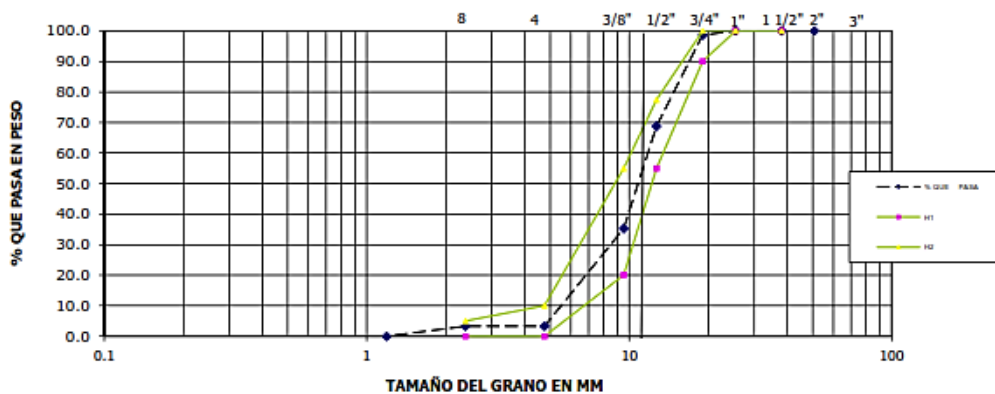
FAMP

### FECHA EMISION

20-Ago-22

| Tamices ASTM      | TAMAÑO m.m | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | HUSO "67" | HUSO "67" | Tamaño Máximo Nominal: 3/4"   |
|-------------------|------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|-----------|-----------|---|
| 3"                | 76.2       |               |                    |                      |            |           |           | <b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b><br>MATERIAL MUESTREADO POR EL PETICIONARIO |
| 2 1/2"            | 63.5       |               |                    |                      |            |           |           |   |
| 2"                | 50.8       |               |                    |                      | 100.0      |           |           |   |
| 1 1/2"            | 38.1       | 0             | 0.0                | 0.0                  | 100.0      | 100       | 100       |   |
| 1"                | 25.4       | 0             | 0.0                | 0.0                  | 100.0      | 100       | 100       |   |
| 3/4"              | 19.05      | 200           | 1.3                | 1.3                  | 98.7       | 90        | 100       |   |
| 1/2"              | 12.7       | 4500          | 29.8               | 31.2                 | 68.8       | 55        | 77.5      |   |
| 3/8"              | 9.52       | 5055          | 33.5               | 64.7                 | 35.3       | 20        | 55        |   |
| Nº 4              | 4.76       | 4824          | 32.0               | 96.7                 | 3.3        | 0         | 10        |   |
| Nº 8              | 2.38       | 0             | 0.0                | 96.7                 | 3.3        | 0         | 5         |   |
| Fondo             | 1.19       | 500           | 3.3                | 100.0                | 0.0        |           |           |   |
| <b>PESO INIC.</b> |            | 15079         |                    |                      |            |           |           | <b>MF= 6.58</b><br><b>%humedad= 0.36</b>                                    |

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ANÁLISIS



**GEOMAQ E.I.R.L.**  
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL  
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N. 257953

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS  
(NORMA MTC 206-2000 AASHTO T-85 ASTM C-127)**

TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

TESISTA : PAUL DARÍO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

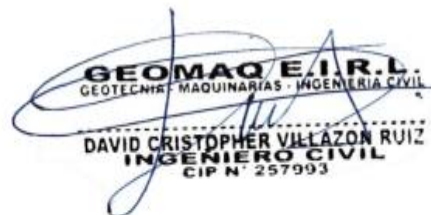
PROCEDENCIA : CANTERA SOJO - SULLANA

MUESTRA : GRAVA TMN 3/4"

FECHA : 20-Ago-22

| AGREGADO GRUESO |   |       |        |  |          |
|-----------------|---|-------|--------|--|----------|
|                 | DESCRIPCION DEL ENSAYO                      | M-1   | M-2    |  | PROMEDIO |
| A               | Peso Mat. Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)   | 1710  | 1708.0 |  |          |
| B               | Peso Mat. Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)   | 1087  | 1073   |  |          |
| C               | Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)     | 623   | 635    |  |          |
| D               | Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr) | 1696  | 1695   |  |          |
| E               | Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)            | 609   | 622    |  |          |
|                 | Pe bulk ( Base seca ) = D/C                 | 2.722 | 2.669  |  | 2.696    |
|                 | Pe bulk ( Base saturada ) = A/C             | 2.744 | 2.690  |  | 2.717    |
|                 | Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E             | 2.784 | 2.725  |  | 2.755    |
|                 | % de absorción = $((A - D) / D * 100)$      | 0.825 | 0.767  |  | 0.796    |

Observaciones:



**PESO UNITARIO SUELTO - COMPACTADO  
(MTC E 203-2013 -NORMA AASHTO T-19)**

TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

TESISTA : PAUL DARIO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

PROCEDENCIA: CANTERA SOJO - SULLANA

MUESTRA : GRAVA TMN 3/4"

FECHA : 20-Ago-22

| Replicación N.°                            |                         | Peso Unitario Suelto |       |       | Peso Unitario Varillado |       |       |
|--|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
|  |                         | 1                    | 2     | 3     | 1                       | 2     | 3     |
| Peso del Molde + Agregado Seco             | g                       | 20566                | 20458 | 20457 | 21590                   | 21570 | 21705 |
| Peso del Molde                             | g                       | 6092                 |       |       | 6092                    |       |       |
| Peso del Agregado Seco                     | g                       | 14474                | 14366 | 14365 | 15498                   | 15478 | 15613 |
| Volumen del Molde                          | cm <sup>3</sup>         | 9143                 |       |       | 9143                    |       |       |
| Gravedad Específica del Agregado (SSS)     | 0.01g/cm <sup>3</sup>   | 2.696                |       |       | 2.696                   |       |       |
| % Absorción del Agregado                   | 0.1%                    | 0.50                 |       |       | 0.50                    |       |       |
| Vacíos en el Agregado                      | 0.1%                    | 41.3                 | 41.7  | 41.7  | 37.1                    | 37.2  | 36.6  |
| Peso Unitario del Agregado                 | kg/m <sup>3</sup>       | 1563                 | 1571  | 1571  | 1695                    | 1693  | 1706  |
| <b>Peso Unitario del Agregado Promedio</b> | <b>kg/m<sup>3</sup></b> | <b>1575</b>          |       |       | <b>1699</b>             |       |       |

**GEOMAQ E.I.R.L.**  
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL  
**DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 267993

## Certificados de ensayos de compresión de muestras de concreto



RUC: 20604965820



-ESTUDIOS TOPOGRAFICOS  
-ESTUDIOS DE SUELOS, PAVIMENTOS  
Y EDIFICACIONES

### ÁREA DE AGREGADOS Y CONCRETO

**TESIS** "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

**TESISTA** PAUL DARÍO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

**FECHA EMISIÓN** 24-Ago-22

**ENSAYO** : ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

**CODIGO** : REC 555-08-2022

| N° | IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | DIÁMET | SECC               | CARGA DE LECT. | CARGA LECT | F'c OBTENIDA          | F'c DISEÑO            | % DISEÑO   |
|----|----------------|------------------|-----------------|--------|--------|--------------------|----------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------|
|    |                |                  |                 | (Días) | (Cm)   | (Cm <sup>2</sup> ) | (KN)           | (Kg)       | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | %          |
| 01 | DISEÑO PATRON  | 10-Ago-2022      | 17-Ago-2022     | 07     | 10.0   | 78.54              | 130.30         | 13,287     | <b>169.2</b>          | 210                   | <b>81</b>  |
| 02 |                | 10-Ago-2022      | 17-Ago-2022     | 07     | 10.0   | 78.54              | 132.30         | 13,491     | <b>171.8</b>          | 210                   | <b>82</b>  |
| 03 |                | 10-Ago-2022      | 24-Ago-2022     | 14     | 10.0   | 78.54              | 142.30         | 14,510     | <b>184.8</b>          | 210                   | <b>88</b>  |
| 04 |                | 10-Ago-2022      | 24-Ago-2022     | 14     | 10.0   | 78.54              | 143.60         | 14,643     | <b>186.4</b>          | 210                   | <b>89</b>  |
| 05 |                | 10-Ago-2022      | 07-Set-2022     | 28     | 10.0   | 78.54              | 170.30         | 17,365     | <b>221.1</b>          | 210                   | <b>105</b> |
| 06 |                | 10-Ago-2022      | 07-Set-2022     | 28     | 10.0   | 78.54              | 170.80         | 17,416     | <b>221.8</b>          | 210                   | <b>106</b> |

\* MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL SOLICITANTE

**GEOMAQ E.I.R.L.**  
GESTIÓN - MAGNARIAS - INGENIERÍA CIVIL  
DAVID CRISTÓFHER VILLAZÓN RUIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 257993



## ÁREA DE AGREGADOS Y CONCRETO

**TESIS** "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

**TESISTA** PAUL DARÍO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

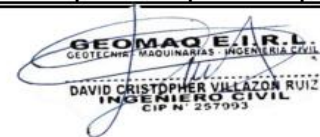
**FECHA EMISIÓN** 24-Ago-22

**ENSAYO** : ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

**CODIGO** : REC 556-08-2022

| N° | IDENTIFICACIÓN                    | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | DIÁMET | SECC               | CARGA DE LECT. | CARGA LECT | F'c OBTENIDA          | F'c DISEÑO            | % DISEÑO   |
|----|-----------------------------------|------------------|-----------------|--------|--------|--------------------|----------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------|
|    |                                   |                  |                 | (Días) | (Cm)   | (Cm <sup>2</sup> ) | (KN)           | (Kg)       | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | %          |
| 01 | DISEÑO PATRON + FIBRA DE ACERO 2% | 10-Ago-2022      | 17-Ago-2022     | 07     | 10.0   | 78.54              | 135.60         | 13,827     | <b>176.1</b>          | 210                   | <b>84</b>  |
| 02 |                                   | 10-Ago-2022      | 17-Ago-2022     | 07     | 10.0   | 78.54              | 136.30         | 13,899     | <b>177.0</b>          | 210                   | <b>84</b>  |
| 03 |                                   | 10-Ago-2022      | 24-Ago-2022     | 14     | 10.0   | 78.54              | 148.90         | 15,183     | <b>193.3</b>          | 210                   | <b>92</b>  |
| 04 |                                   | 10-Ago-2022      | 24-Ago-2022     | 14     | 10.0   | 78.54              | 151.30         | 15,428     | <b>196.4</b>          | 210                   | <b>94</b>  |
| 05 |                                   | 10-Ago-2022      | 07-Set-2022     | 28     | 10.0   | 78.54              | 184.30         | 18,793     | <b>239.3</b>          | 210                   | <b>114</b> |
| 06 |                                   | 10-Ago-2022      | 07-Set-2022     | 28     | 10.0   | 78.54              | 188.36         | 19,207     | <b>244.6</b>          | 210                   | <b>116</b> |

\* MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL SOLICITANTE



GEOMAQ E.I.R.L.  
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL  
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 257993



## ÁREA DE AGREGADOS Y CONCRETO

**TESIS** "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

**TESISTA** PAUL DARÍO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

**FECHA EMISIÓN** 7-Set-22

**ENSAYO** : ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

**CODIGO** : REC 557-08-2022

| N° | IDENTIFICACIÓN                    | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | DIÁMET | SECC               | CARGA DE LECT. | CARGA LECT | F <sub>c</sub> OBTENIDA | F <sub>c</sub> DISEÑO | % DISEÑO   |
|----|-----------------------------------|------------------|-----------------|--------|--------|--------------------|----------------|------------|-------------------------|-----------------------|------------|
|    |                                   |                  |                 | (Días) | (Cm)   | (Cm <sup>2</sup> ) | (KN)           | (Kg)       | (Kg/cm <sup>2</sup> )   | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | %          |
| 01 | DISEÑO PATRON + FIBRA DE ACERO 4% | 10-Ago-2022      | 17-Ago-2022     | 07     | 10.0   | 78.54              | 139.30         | 14,204     | <b>180.9</b>            | 210                   | <b>86</b>  |
| 02 |                                   | 10-Ago-2022      | 17-Ago-2022     | 07     | 10.0   | 78.54              | 140.20         | 14,296     | <b>182.0</b>            | 210                   | <b>87</b>  |
| 03 |                                   | 10-Ago-2022      | 24-Ago-2022     | 14     | 10.0   | 78.54              | 152.60         | 15,561     | <b>198.1</b>            | 210                   | <b>94</b>  |
| 04 |                                   | 10-Ago-2022      | 24-Ago-2022     | 14     | 10.0   | 78.54              | 153.90         | 15,693     | <b>199.8</b>            | 210                   | <b>95</b>  |
| 05 |                                   | 10-Ago-2022      | 07-Set-2022     | 28     | 10.0   | 78.54              | 189.60         | 19,334     | <b>246.2</b>            | 210                   | <b>117</b> |
| 06 |                                   | 10-Ago-2022      | 07-Set-2022     | 28     | 10.0   | 78.54              | 190.30         | 19,405     | <b>247.1</b>            | 210                   | <b>118</b> |

\* MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL SOLICITANTE



**GEOMAQ E.I.R.L.**  
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL  
DAVID CRISTOPHER VILEZÓN RUIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 257993



## ÁREA DE AGREGADOS Y CONCRETO

**TESIS** "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022"

**TESISTA** PAUL DARÍO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA

**FECHA EMISIÓN** 7-Set-22

**ENSAYO** : ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034

**CODIGO** : **REC 558-08-2022**

| N° | IDENTIFICACIÓN                    | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | DIÁMET | SECC               | CARGA DE LECT. | CARGA LECT | F <sup>c</sup> OBTENIDA | F <sup>c</sup> DISEÑO | % DISEÑO   |
|----|-----------------------------------|------------------|-----------------|--------|--------|--------------------|----------------|------------|-------------------------|-----------------------|------------|
|    |                                   |                  |                 | (Días) | (Cm)   | (Cm <sup>2</sup> ) | (KN)           | (Kg)       | (Kg/cm <sup>2</sup> )   | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | %          |
| 01 | DISEÑO PATRON + FIBRA DE ACERO 6% | 10-Ago-2022      | 17-Ago-2022     | 07     | 10.0   | 78.54              | 143.90         | 14,673     | <b>186.8</b>            | 210                   | <b>89</b>  |
| 02 |                                   | 10-Ago-2022      | 17-Ago-2022     | 07     | 10.0   | 78.54              | 144.80         | 14,765     | <b>188.0</b>            | 210                   | <b>90</b>  |
| 03 |                                   | 10-Ago-2022      | 24-Ago-2022     | 14     | 10.0   | 78.54              | 155.90         | 15,897     | <b>202.4</b>            | 210                   | <b>96</b>  |
| 04 |                                   | 10-Ago-2022      | 24-Ago-2022     | 14     | 10.0   | 78.54              | 156.80         | 15,989     | <b>203.6</b>            | 210                   | <b>97</b>  |
| 05 |                                   | 10-Ago-2022      | 07-Set-2022     | 28     | 10.0   | 78.54              | 194.50         | 19,833     | <b>252.5</b>            | 210                   | <b>120</b> |
| 06 |                                   | 10-Ago-2022      | 07-Set-2022     | 28     | 10.0   | 78.54              | 195.30         | 19,915     | <b>253.6</b>            | 210                   | <b>121</b> |

\* MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL SOLICITANTE



**GEO MAQ E.I.R.L.**  
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL  
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 257993

# Certificados de diseño de mezcla de concreto



- ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
- ESTUDIOS DE SUELOS, PAVIMENTOS Y EDIFICACIONES.

**RUC: 20604965820**

|                 |   |                      |           |
|-----------------|---|----------------------|-----------|
| TESIS           | "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE ANOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022" |                      |           |
| TESISTA         | PAUL DARIO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA  |                      |           |
| BLUMP           | 4"  | Agua/Cemento (final) | 0.58      |
| TIPO DE CEMENTO | PACASMAYO CEMENTO "TIPO I"  | FECHA                | 20-Ago-22 |

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO                                      |  |  |                                |
|--|--|--|--------------------------------|
| F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>                                       |  |  |                                |
| <b>1.- MATERIALES: AGREGADOS PETREOS</b>                           |  |  |                                |
| <b>a) PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS: CANTERAS</b>                   |  | <b>b) ENSAYOS</b>                      |                                |
| - Agreg. Fino:   | ARENA<br>CANTERA CERRO MOCHO                   | - Peso Especifico "BULK":              | 2.696                          |
| - Agreg. Grueso:   | PIEDRA CHANCADA 3/4"<br>CANTERA SOJO - SULLANA | - Modulo de Fineza :                   | 6.66                           |
|  |  | - Absorción (%) :                      | 0.80                           |
|  |  | - Humedad (%) :                        | 0.36                           |
|  |  | - Peso por m <sup>3</sup> . Suelto :   | 1699.00                        |
|  |  | - Peso por m <sup>3</sup> . Compacto : | 1575.00                        |
|  |  |  | 1668.07                        |
| <b>2.- FACTOR CEMENTO: RELACION A/C</b>                            |  |  |                                |
| <b>VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA</b>                                   |  |  |                                |
| - Relación A/C :   | 0.58   | - Cemento por metro cúbico de concrt   | 381 / 42.5 = <b>8.96 Bts.</b>  |
| - Agua :   | 220.00 l/m <sup>3</sup> de conc.               |  |                                |
| <b>3.- PESOS ESTIMADOS PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO FRESCO</b> |  |  |                                |
| <b>a) AGREGADOS SECOS</b>  |  | <b>b) CORRECCION POR HUMEDAD</b>       |                                |
| - Cemento :  | 381 kg/m <sup>3</sup> de conc.                 | - Cemento :                            | 381 kg/m <sup>3</sup> de conc. |
| - Agua :   | 220 l/m <sup>3</sup> de conc.                  | - Agua :                               | 220 l/m <sup>3</sup> de conc.  |
| - Agregado Fino :  | 765 kg/m <sup>3</sup> de conc.                 | - Agregado Fino :                      | 776 kg/m <sup>3</sup> de conc. |
| - Agregado Grueso :  | 914 kg/m <sup>3</sup> de conc.                 | - Agregado Grueso :                    | 917 kg/m <sup>3</sup> de conc. |
|  | 2280 kg/m <sup>3</sup> de conc.                |  | 2.302                          |
| <b>4.- PROPORCIONES</b>  |  |  |                                |
| <b>a) PROPORCION EN PESO</b>                                       |  | <b>b) PROPORCION POR VOLUMEN</b>       |                                |
| - Cemento :  | 42.50 kg                                       | - Cemento :                            | 0.25 m <sup>3</sup>            |
| - Agua :   | 24.56 litros                                   | - Agua :                               | 0.22 m <sup>3</sup>            |
| - Agregado Fino :  | 86.57 kg                                       | - Agregado Fino :                      | 0.52 m <sup>3</sup>            |
| - Agregado Grueso :  | 102.26 kg                                      | - Agregado Grueso :                    | 0.54 m <sup>3</sup>            |
| - Peso por tanda :   | 256.89 kg                                      | - Volumen por tanda :                  | 1.53 m <sup>3</sup>            |
| - PROPORCION :   | <b>1.00 : 2.04 : 2.41</b>                      | - PROPORCION :                         | <b>1.00 : 2.03 : 2.12</b>      |

  
**GEOMAQ E.I.R.L.**  
 DISEÑO INGENIERIA POLITECNICA  
 DAVID CESAR PAREDES VIALLEGOS RUIZ  
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL



|                 |   |                      |           |
|-----------------|---|----------------------|-----------|
| TESIS           | "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022" |                      |           |
| TESISTA         | PAUL DARÍO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA  |                      |           |
| SLUMP           | 4"  | Agua/Cemento (final) | 0.58      |
| TIPO DE CEMENTO | PACASMAYO CEMENTO "TIPO I"  | FECHA                | 20-Ago-22 |

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - FIBRA DE ACERO 2%                  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| F <sub>c</sub> = 210 Kg/cm <sup>2</sup>                            |  |  |  |
| <b>1.- MATERIALES: AGREGADOS PETREOS</b>                           |  |  |  |
| <b>a) PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS: CANTERAS</b>                   |  | <b>b) ENSAYOS</b>                      |  |
| - Agreg. Fino:   | : ARENA<br>CANTERA CERRO MOCHO                   | - Peso Especifico "BULK":              | 2.696                                  |
| - Agreg. Grueso:   | : PIEDRA CHANCADA 3/4"<br>CANTERA SOJO - SULLANA | - Modulo de Fineza :                   | 6.66                                   |
|  |  | - Absorción (%) :                      | 0.80                                   |
|  |  | - Humedad (%) :                        | 0.36                                   |
|  |  | - Peso por m <sup>3</sup> . Suelto :   | 1699.00                                |
|  |  | - Peso por m <sup>3</sup> . Compacto : | 1575.00                                |
|  |  |  | 1504.00                                |
|  |  |  | 1668.07                                |
| <b>2.- FACTOR CEMENTO: RELACION A/C</b>                            |  |  |  |
| <b>VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA</b>                                   |  |  |  |
| - Relación A/C :   | 0.58   | - Cemento por metro cúbico de concrt   | 381 / 42.5 =                           |
| - Agua :   | 220.00 Litro de conc.                            |  | <b>8.96 Bls.</b>                       |
| <b>3.- PESOS ESTIMADOS PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO FRESCO</b> |  |  |  |
| <b>a) AGREGADOS SECOS</b>  |  | <b>b) CORRECCION POR HUMEDAD</b>       |  |
| - Cemento :  | 381 kg/m <sup>3</sup> de conc.                   | - Cemento :                            | 381 kg/m <sup>3</sup> de conc.         |
| - Agua :   | 220 litro de conc.                               | - Agua :                               | 220 litro de conc.                     |
| - Agregado Fino :  | 765 kg/m <sup>3</sup> de conc.                   | - Agregado Fino :                      | 776 kg/m <sup>3</sup> de conc.         |
| - Agregado Grueso :  | 814 kg/m <sup>3</sup> de conc.                   | - Agregado Grueso :                    | 917 kg/m <sup>3</sup> de conc.         |
|  | 2280 kg/m <sup>3</sup> de conc.                  | - <b>Fibra de acero 2% :</b>           | <b>7.62</b> kg/m <sup>3</sup> de conc. |
|  |  |  | <b>2.302</b>                           |
| <b>4.- PROPORCIONES</b>  |  |  |  |
| <b>a) PROPORCION EN PESO</b>                                       |  | <b>b) PROPORCION POR VOLUMEN</b>       |  |
| - Cemento :  | 42.50 kg. : 1.00                                 | - Cemento :                            | 0.25 m <sup>3</sup> . 1.00             |
| - Agua :   | 24.56 litros : 24.56                             | - Agua :                               | 0.22 m <sup>3</sup> . 0.87             |
| - Agregado Fino :  | 86.57 kg. : 2.04                                 | - Agregado Fino :                      | 0.52 m <sup>3</sup> . 2.03             |
| - Agregado Grueso :  | 102.26 kg. : 2.41                                | - Agregado Grueso :                    | 0.54 m <sup>3</sup> . 2.12             |
| - Peso por tanda :   | 255.89 kg. :                                     | - Volumen por tanda :                  | 1.53 m <sup>3</sup> .                  |
| <b>- PROPORCION :</b>  | <b>1.00 : 2.04 : 2.41</b>                        | <b>- PROPORCION :</b>                  | <b>1.00 : 2.03 : 2.12</b>              |

|                 |   |                      |           |
|-----------------|---|----------------------|-----------|
| TESIS           | "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE ANOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022" |                      |           |
| TESISTA         | PAUL DARIÓ JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA  |                      |           |
| SLUMP           | 4"  | Agua/Cemento (final) | 0.58      |
| TIPO DE CEMENTO | PACASMAYO CEMENTO "TIPO I"  | FECHA                | 28-Ago-22 |

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - FIBRA DE ACERO 4%                  |                                 |                                       |   |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|---|
| F <sub>c</sub> = 210 Kg/cm <sup>2</sup>                            |                                 |                                       |   |
| <b>1.- MATERIALES: AGREGADOS PETREOS</b>                           |                                 |                                       |   |
| <b>a) PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS: CANTERAS</b>                   |                                 | <b>b) ENSAYOS</b>                     |   |
| - Agreg. Fino:   | : ARENA                         | - Peso Especifico "BULK":             | 2.098                                   |
|  | CANTERA CERRO MOCHO             | - Modulo de Fineza :                  | 8.06                                    |
| - Agreg. Grueso:   | : PIEDRA CHANCADA 3/4 "         | - Absorción (%) :                     | 0.80                                    |
|  | CANTERA SOJO - SULLANA          | - Humedad (%) :                       | 0.30                                    |
|  |                                 | - Peso por m <sup>3</sup> . Sueto :   | 1699.00                                 |
|  |                                 | - Peso por m <sup>3</sup> . Compado : | 1668.07                                 |
| <b>2.- FACTOR CEMENTO: RELACION A/C</b>                            |                                 |                                       |   |
| <b>VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA</b>                                   |                                 |                                       |   |
| - Relación A/C :   | 0.58                            | - Cemento por metro cúbico de concn   | 381 / 42.5 = <b>8.96 Bts.</b>           |
| - Agua :   | 220.00 Litros de conc.          |                                       |   |
| <b>3.- PESOS ESTIMADOS PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO FRESCO</b> |                                 |                                       |   |
| <b>a) AGREGADOS SECOS</b>  |                                 | <b>b) CORRECCION POR HUMEDAD</b>      |   |
| - Cemento :  | 381 kg/m <sup>3</sup> de conc.  | - Cemento :                           | 381 kg/m <sup>3</sup> de conc.          |
| - Agua :   | 220 lit/m <sup>3</sup> de conc. | - Agua :                              | 220 lit/m <sup>3</sup> de conc.         |
| - Agregado Fino :  | 765 kg/m <sup>3</sup> de conc.  | - Agregado Fino :                     | 776 kg/m <sup>3</sup> de conc.          |
| - Agregado Grueso :  | 914 kg/m <sup>3</sup> de conc.  | - Agregado Grueso :                   | 917 kg/m <sup>3</sup> de conc.          |
|  | 2280 kg/m <sup>3</sup> de conc. | - <b>Fibra de acero 4%</b> :          | <b>13.24</b> kg/m <sup>3</sup> de conc. |
|  |                                 |                                       | 2,309                                   |
| <b>4.- PROPORCIONES</b>  |                                 |                                       |   |
| <b>a) PROPORCION EN PESO</b>                                       |                                 | <b>b) PROPORCION POR VOLUMEN</b>      |   |
| - Cemento :  | 42.50 kg. : 1.00                | - Cemento :                           | 0.25 m <sup>3</sup> : 1.00              |
| - Agua :   | 24.56 litros : 24.56            | - Agua :                              | 0.22 m <sup>3</sup> : 0.87              |
| - Agregado Fino :  | 86.57 kg. : 2.04                | - Agregado Fino :                     | 0.52 m <sup>3</sup> : 2.03              |
| - Agregado Grueso :  | 102.26 kg. : 2.41               | - Agregado Grueso :                   | 0.54 m <sup>3</sup> : 2.12              |
| - Peso por tanda :   | 255.89 kg. :                    | - Volumen por tanda :                 | 1.53 m <sup>3</sup> :                   |
| <b>PROPORCION :</b>  | <b>1.00 : 2.04 : 2.41</b>       | <b>PROPORCION :</b>                   | <b>1.00 : 2.03 : 2.12</b>               |

|                 |   |                      |           |
|-----------------|---|----------------------|-----------|
| TESIS           | "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022" |                      |           |
| TESISTA         | PAUL DARIO JUÁREZ VIERA Y EDDIE GRABIEL SÁNCHEZ ZAPATA  |                      |           |
| SLUMP           | 4"  | Agua/Cemento (final) | 0.58      |
| TIPO DE CEMENTO | PACASMAYO CEMENTO "TIPO I"  | FECHA                | 20-Ago-22 |

| DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - FIBRA DE ACERO 6%                  |                                   |  |   |
|--|-----------------------------------|--|---|
| F <sub>c</sub> = 210 Kg/cm <sup>2</sup>                            |                                   |  |   |
| <b>1.- MATERIALES: AGREGADOS PETREOS</b>                           |                                   |  |   |
| <b>a) PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS: CANTERAS</b>                   |                                   | <b>b) ENSAYOS</b>                      |   |
| - Agreg. Fino:   | : ARENA                           | - Peso Especifico "BULK":              | 2.696                                   |
| - Agreg. Grueso:   | : PIEDRA CHANCADA 3/4 "           | - Modulo de Fineza :                   | 6.66                                    |
|  | CANTERA CERRO MOCHO               | - Absorción (%) :                      | 0.80                                    |
|  | CANTERA SOJO - SULLANA            | - Humedad (%) :                        | 0.36                                    |
|  |                                   | - Peso por m <sup>3</sup> . Suelto :   | 1699.00                                 |
|  |                                   | - Peso por m <sup>3</sup> . Compacto : | 1575.00                                 |
|  |                                   |  | 1504.00                                 |
|  |                                   |  | 1668.07                                 |
| <b>2.- FACTOR CEMENTO: RELACION A/C</b>                            |                                   |  |   |
| <b>VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA</b>                                   |                                   |  |   |
| - Relación A/C :   | 0.58                              | - Cemento por metro cúbico de concre   | 381 / 42.5 =                            |
| - Agua :   | 220.00 Lt/m <sup>3</sup> de conc. |  | <b>8.96 Bls.</b>                        |
| <b>3.- PESOS ESTIMADOS PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO FRESCO</b> |                                   |  |   |
| <b>a) AGREGADOS SECOS</b>  |                                   | <b>b) CORRECCION POR HUMEDAD</b>       |   |
| - Cemento :  | 381 kg/m <sup>3</sup> de conc.    | - Cemento :                            | 381 kg/m <sup>3</sup> de conc.          |
| - Agua :   | 220 lt/m <sup>3</sup> de conc.    | - Agua :                               | 220 lt/m <sup>3</sup> de conc.          |
| - Agregado Fino :  | 765 kg/m <sup>3</sup> de conc.    | - Agregado Fino :                      | 776 kg/m <sup>3</sup> de conc.          |
| - Agregado Grueso :  | 914 kg/m <sup>3</sup> de conc.    | - Agregado Grueso :                    | 917 kg/m <sup>3</sup> de conc.          |
|  | 2280 kg/m <sup>3</sup> de conc.   | - <b>Fibra de acero 6%</b> :           | <b>22.86</b> kg/m <sup>3</sup> de conc. |
|  |                                   |  | 2,317                                   |
| <b>4.- PROPORCIONES</b>  |                                   |  |   |
| <b>a) PROPORCION EN PESO</b>                                       |                                   | <b>b) PROPORCION POR VOLUMEN</b>       |   |
| - Cemento :  | 42.50 kg. : 1.00                  | - Cemento :                            | 0.25 m <sup>3</sup> . 1.00              |
| - Agua :   | 24.56 litros : 24.56              | - Agua :                               | 0.22 m <sup>3</sup> . 0.87              |
| - Agregado Fino :  | 86.57 kg. : 2.04                  | - Agregado Fino :                      | 0.52 m <sup>3</sup> . 2.03              |
| - Agregado Grueso :  | 102.26 kg. : 2.41                 | - Agregado Grueso :                    | 0.54 m <sup>3</sup> . 2.12              |
| - Peso por tanda :   | 255.89 kg. :                      | - Volumen por tanda :                  | 1.53 m <sup>3</sup> .                   |
| <b>- PROPORCION :</b>  | <b>1.00 : 2.04 : 2.41</b>         | <b>- PROPORCION :</b>                  | <b>1.00 : 2.03 : 2.12</b>               |

# Certificados de ensayos de laboratorio de calicatas

INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C  
 INGENIERIA GEOTECNIA Y CONSTRUCCION  
 CONROL DE CALIDAD DE AGREGADOS ,CONCRETOS ,ASFALTOS  
 MECANICA DE SUELOS CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES  
 CALLE CAHUIDE DEL AH CAMPO POLO CASTILLA RUC :20526388101

**PRUEBA DE COMPACTACION N° 1**  
**PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D**

|                                |                    |   |              |                          |              |
|--------------------------------|--------------------|---|--------------|--------------------------|--------------|
| <b>OBRA</b>                    | :                  | Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022 |              |                          |              |
| <b>SOLICITA</b>                | :                  | Juarez Viera, Paul Dario  |              |                          |              |
|                                | :                  | Sanchez Zapata, Eddie Grabiell  |              |                          |              |
| <b>UBICACIÓN</b>               |                    | SULLANA   |              |                          |              |
| <b>MUESTRA</b>                 |                    | <b>M-01-CALICATA N° 1 SUBRASANTE</b>  |              | <b>PROF.0.15 - 1.50M</b> |              |
| <b>FECHA</b>                   | :                  | PIURA , AGOSTO DEL 2022   |              |                          |              |
| <b>DENSIDAD</b>                | UNIDADES           | <b>1</b>  | <b>2</b>     | <b>3</b>                 | <b>4</b>     |
| 1- Peso Suelo Humedo+Molde     | gr.                | 7280.0  | 7520.0       | 7775.0                   | 7680.00      |
| 2- Peso Molde                  | gr.                | 4063.0  | 4063.0       | 4063.0                   | 4063.00      |
| 3- Peso del Suelo Humedo (1-2) | gr.                | 3217.0  | 3457.0       | 3712.0                   | 3617.00      |
| 4- Volumen Molde               | cm <sup>3</sup>    | 2023.0  | 2023.0       | 2023.0                   | 2023.00      |
| 5- Densidad Suelo Humedo (3/4) | gr/cm <sup>3</sup> | 1.59  | 1.71         | 1.83                     | 1.79         |
| <b>HUMEDAD</b>                 | UNIDADES           | <b>1</b>  | <b>2</b>     | <b>3</b>                 | <b>4</b>     |
| 6- Peso Tara y Suelo Humedo    | gr.                | 261.70  | 222.70       | 239.20                   | 276.80       |
| 7- Peso Tara y Suelo Seco      | gr.                | 250.55  | 210.30       | 222.00                   | 246.30       |
| 8- Peso Tara                   | gr.                | 38.95   | 40.25        | 58.65                    | 39.40        |
| 9- Peso Agua (6-7)             | gr.                | 11.15   | 12.40        | 17.20                    | 30.50        |
| 10- Peso Suelo Seco (7-8)      | gr.                | 211.60  | 170.05       | 163.35                   | 206.90       |
| 11- Humedad % (9/10)x100       | %                  | <b>12.10</b>  | <b>12.15</b> | <b>12.12</b>             | <b>12.10</b> |
| 12- Densidad Seca :            | gr/cm <sup>3</sup> | <b>1.55</b>   | <b>1.56</b>  | <b>1.64</b>              | <b>1.68</b>  |

|   |  |
|---|--|
| <p style="font-size: small;">The graph plots Dry Density (DENSIDAD SECA) in gr/cm³ on the y-axis (ranging from 1.50 to 1.68) against Moisture (HUMEDAD %) on the x-axis (ranging from 5 to 15). A single data point is plotted at approximately 12.12% moisture and 1.61 gr/cm³ dry density, marked with a red dot. A vertical line extends from this point to the x-axis, indicating the optimum moisture content.</p> | <p>MUESTRA:</p> <p>MOLDE N° <b>4</b></p> <p>N° CAPAS <b>5</b></p> <p>PESO MARTILLO <b>10 lb</b></p> <p>ALTURA DE CAIDA <b>18 Pulg.</b></p> <p>N° GOLPES x CAPA <b>56</b></p> <p><b>DENSIDAD MAXIMA</b><br/> <b>1.61 Gr/cm<sup>3</sup></b></p> <p><b>HUMEDAD OPTIMA</b><br/> <b>12.12 %</b></p> |
|---|--|

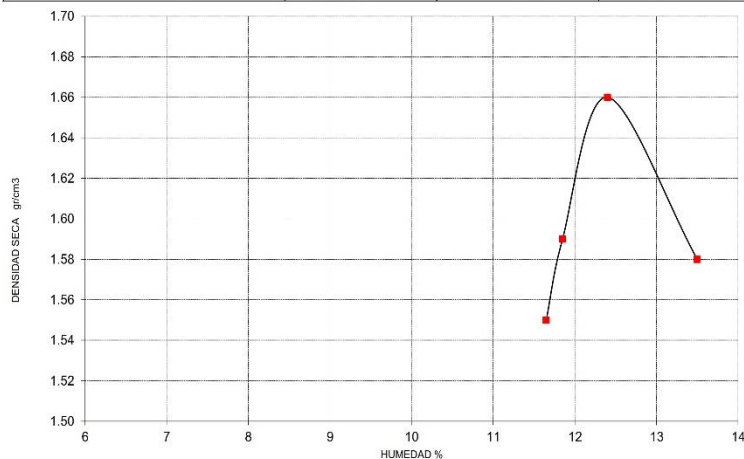
**INGELABC**  
 SERVICIOS GENERALES SAC  
 Ubaldo Ramón Chunga Bayona  
 Ing. Civil - CIP. 162224  
 INGENIERIA - GEOTECNIA - LABORATORIO Y CONSTRUCCION

**MAIER DARWIN**  
**MONTAÑO MERINO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262642

INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C  
 INGENIERIA GEOTECNIA Y CONSTRUCCION  
 CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS ,CONCRETOS ,ASFALTOS  
 MECANICA DE SUELOS CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES  
 CALLE CAHUIDE DEL AH CAMPO POLO CASTILLA RUC :20526388101  
**PRUEBA DE COMPACTACION N° 2**  
**PROCTOR MODIFICADO AASTHO T-180-D**

|                  |   |   |                          |
|------------------|---|---|--------------------------|
| <b>OBRA</b>      | : | Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022 |                          |
| <b>SOLICITA</b>  | : | Juarez Viera, Paul Dario<br>Sanchez Zapata, Eddie Grabiell  |                          |
| <b>UBICACIÓN</b> | : | SULLANA   |                          |
| <b>MUESTRA</b>   | : | <b>M-03-CALICATA N° 3 SUBRASANTE</b>  | <b>PROF.0.15 - 1.50M</b> |
| <b>FECHA</b>     | : | PIURA , AGOSTO DEL 2022   |                          |

| DENSIDAD                       | UNIDADES           | 1            | 2            | 3            | 4            |
|--------------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1- Peso Suelo Humedo+ Molde    | gr.                | 7310.0       | 7560.0       | 7825.0       | 7680.00      |
| 2- Peso Molde                  | gr.                | 4063.0       | 4063.0       | 4063.0       | 4063.00      |
| 3- Peso del Suelo Humedo (1-2) | gr.                | 3247.0       | 3497.0       | 3762.0       | 3617.00      |
| 4- Volumen Molde               | cm <sup>3</sup>    | 2023.0       | 2023.0       | 2023.0       | 2023.00      |
| 5- Densidad Suelo Humedo (3/4) | gr/cm <sup>3</sup> | 1.61         | 1.73         | 1.86         | 1.79         |
| HUMEDAD                        | UNIDADES           | 1            | 2            | 3            | 4            |
| 6- Peso Tara y Suelo Humedo    | gr.                | 263.50       | 224.00       | 240.50       | 275.30       |
| 7- Peso Tara y Suelo Seco      | gr.                | 250.20       | 210.50       | 222.10       | 247.00       |
| 8- Peso Tara                   | gr.                | 39.00        | 41.00        | 50.00        | 40.00        |
| 9- Peso Agua (6-7)             | gr.                | 13.30        | 13.50        | 18.40        | 28.30        |
| 10- Peso Suelo Seco (7-8)      | gr.                | 211.20       | 169.50       | 172.10       | 207.00       |
| 11- Humedad % (9/10)x100       | %                  | <b>11.65</b> | <b>11.85</b> | <b>12.40</b> | <b>13.50</b> |
| 12- Densidad Seca :            | gr/cm <sup>3</sup> | <b>1.55</b>  | <b>1.59</b>  | <b>1.66</b>  | <b>1.58</b>  |



|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| <b>MUESTRA:</b>        |                               |
| MOLDE N°               | <b>4</b>                      |
| N° CAPAS               | <b>5</b>                      |
| PESO MARTILLO          | <b>10 lb</b>                  |
| ALTURA DE CAIDA        | <b>18 Pulg.</b>               |
| N° GOLPES x CAPA       | <b>56</b>                     |
| <b>DENSIDAD MAXIMA</b> | <b>1.60 Gr/cm<sup>3</sup></b> |
| <b>HUMEDAD OPTIMA</b>  | <b>12.35 %</b>                |

**INGELABC**  
 SERVICIOS GENERALES S.A.C  
 Ubaldo Ramon Chunga Bayona  
 Ing. Civil - CIP. 16224  
 INGENIERIA - GEOTECNIA - LABORATORIO Y CONSTRUCCION

**MAIER DARWIN**  
**MONTANO MERINO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 262642



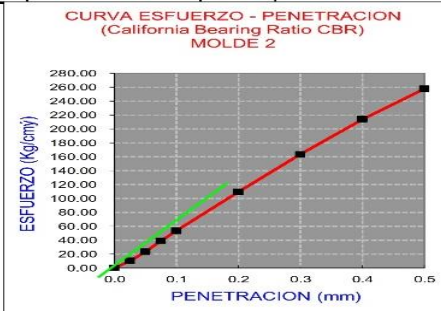
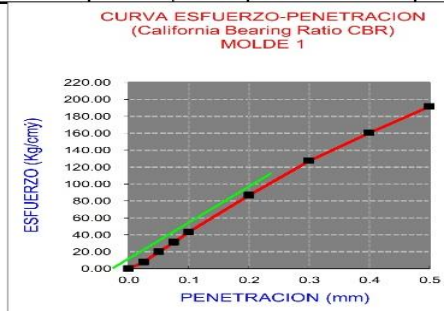
**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C**  
**INGENIERIA GEOTECNIA Y CONSTRUCCION**  
**CONROL DE CALIDAD DE AGREGADOS ,CONCRETOS ,ASFALTOS**  
**MECANICA DE SUELOS CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES**  
 CALLE CAHUIDE DEL AH CAMPO POLO CASTILLA RUC :20526388101

OBRA : Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Anotape, Sullana, Piura, 2022  
 SOLICITA : Juarez Vicra, Paul Dario  
 : Sanchez Zapata, Eddie Gabriel  
 UBICACIÓN : SULLANA  
 MUESTRA : M-01-CALICATA N° 1 PROF.0.15 - 1.50M SUBRASANTE  
 FECHA : FEBRA, AGOSTO DEL 2022

| <b>ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)</b> |                 |        |        |          |        |        |                 |        |        |          |  |  |
|--|-----------------|--------|--------|----------|--------|--------|-----------------|--------|--------|----------|--|--|
| <b>COMPACTACION C B R</b>                    |                 |        |        |          |        |        |                 |        |        |          |  |  |
| MOLDE  | 1               |        |        | 2        |        |        | 3               |        |        |          |  |  |
| Altura Molde mm.                             | 124             |        |        | 120      |        |        | 120             |        |        |          |  |  |
| N° Capas                                     | 5               |        |        | 5        |        |        | 5               |        |        |          |  |  |
| N° Golp x Capa                               | 10              |        |        | 25       |        |        | 55              |        |        |          |  |  |
| Cond. Muestra                                | ANTES DE EMPAPA |        |        | DESPUES  |        |        | ANTES DE EMPAPA |        |        | DESPUES  |  |  |
| P. Hum. + Molde                              | 11345.00        |        |        | 11382.80 |        |        | 12070.00        |        |        | 12100.51 |  |  |
| Peso Molde (gr)                              | 6766.00         |        |        | 6766.00  |        |        | 7258.00         |        |        | 7258.00  |  |  |
| Peso Húmedo (gr)                             | 4579.00         |        |        | 4616.80  |        |        | 4812.00         |        |        | 4842.51  |  |  |
| Vol. Molde (cc)                              | 2250.09         |        |        | 2250.09  |        |        | 2264.31         |        |        | 2264.31  |  |  |
| Densidad H.(gr/cc)                           | 2.04            |        |        | 2.05     |        |        | 2.13            |        |        | 2.14     |  |  |
| Número de Ensayo                             | 1-A             | 1-B    | 1-C    | 2-A      | 2-B    | 2-C    | 3-A             | 3-B    | 3-C    |          |  |  |
| P. Húmedo + Tara                             | 147.20          | 150.30 | 145.50 | 135.50   | 140.20 | 141.20 | 152.30          | 158.10 | 160.20 |          |  |  |
| Peso Seco + Tara                             | 137.90          | 140.70 | 135.50 | 127.20   | 131.30 | 131.70 | 142.40          | 147.80 | 149.60 |          |  |  |
| Peso Agua (gr)                               | 9.30            | 9.60   | 10.00  | 8.30     | 8.90   | 9.50   | 9.90            | 10.30  | 10.60  |          |  |  |
| Peso Tara (gr)                               | 35.10           | 34.20  | 34.80  | 36.00    | 33.10  | 34.50  | 32.80           | 34.50  | 38.10  |          |  |  |
| P. Muestra Seca                              | 102.80          | 106.50 | 100.70 | 91.20    | 98.20  | 97.20  | 109.60          | 113.30 | 111.50 |          |  |  |
| Cont. Humedad                                | 9.05%           | 9.01%  | 9.93%  | 9.10%    | 9.06%  | 9.77%  | 9.03%           | 9.09%  | 9.51%  |          |  |  |
| Cont.Hum.Prom.                               | 9.03%           |        |        | 9.93%    |        |        | 9.08%           |        |        | 9.77%    |  |  |
| DENSIDAD SECA                                | 1.400           |        |        | 1.400    |        |        | 1.450           |        |        | 1.450    |  |  |

| <b>ENSAYO DE HINCHAMIENTO</b> |        |                 |              |      |                 |              |      |                 |              |      |
|-------------------------------|--------|-----------------|--------------|------|-----------------|--------------|------|-----------------|--------------|------|
| TIEMPO                        |        | NUMERO DE MOLDE |              |      | NUMERO DE MOLDE |              |      | NUMERO DE MOLDE |              |      |
| ACUMULADO                     |        | LECTURA         | HINCHAMIENTO |      | LECTUR          | HINCHAMIENTO |      | LECTURA         | HINCHAMIENTO |      |
| (Hs)                          | (Días) | DEFORM          | (mm)         | (%)  | DEFORM          | (mm)         | (%)  | DEFORM          | (mm)         | (%)  |
| 0                             | 0      | 0.000           | 0.000        | 0.00 | 0.000           | 0.000        | 0.00 | 0.000           | 0.000        | 0.00 |
| 24                            | 1      | 0.600           | 0.600        | 0.48 | 0.300           | 0.300        | 0.25 | 0.200           | 0.200        | 0.17 |
| 48                            | 2      | 0.900           | 0.900        | 0.73 | 0.700           | 0.700        | 0.58 | 0.400           | 0.400        | 0.33 |
| 72                            | 3      | 1.200           | 1.200        | 0.97 | 0.900           | 0.900        | 0.75 | 0.600           | 0.600        | 0.50 |
| 96                            | 4      | 1.200           | 1.200        | 0.97 | 0.900           | 0.900        | 0.75 | 0.600           | 0.600        | 0.50 |

| <b>ENSAYO CARGA - PENETRACION</b> |        |             |          |             |          |             |          |
|-----------------------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| PENETRACION                       |        | MOLDE N° 01 |          | MOLDE N° 02 |          | MOLDE N° 03 |          |
| (mm)                              | (pulg) | CARGA       | ESFUERZO | CARGA       | ESFUERZO | CARGA       | ESFUERZO |
| 0.00                              | 0.000  | 0           | 0.00     | 0           | 0.00     | 0           | 0.00     |
| 0.64                              | 0.025  | 150         | 7.64     | 200         | 10.19    | 220         | 11.20    |
| 1.27                              | 0.050  | 390         | 19.86    | 460         | 23.43    | 580         | 29.54    |
| 1.91                              | 0.075  | 610         | 31.07    | 760         | 38.71    | 940         | 47.87    |
| 2.54                              | 0.100  | 850         | 43.29    | 1050        | 53.48    | 1310        | 66.72    |
| 5.08                              | 0.200  | 1700        | 86.58    | 2150        | 109.50   | 2760        | 140.57   |
| 7.62                              | 0.300  | 2500        | 127.32   | 3210        | 163.48   | 4080        | 207.79   |
| 10.16                             | 0.400  | 3150        | 160.43   | 4200        | 213.90   | 5290        | 269.42   |
| 12.70                             | 0.500  | 3760        | 191.50   | 5060        | 257.70   | 6400        | 325.95   |



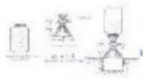
| PENTRC. | 0.1 (*) | 0.2 (*) |
|---------|---------|---------|
| MOLDE 1 | 10.50   | 14.90   |
| MOLDE 2 | 12.20   | 15.20   |
| MOLDE 3 | 14.80   | 16.80   |

(\*) Valores Corregidos

|         | DENS | 0.1   | 0.2   | CBR   | UBICACIÓN: |
|---------|------|-------|-------|-------|------------|
| MOLDE 1 | 1.40 | 14.93 | 14.13 | 14.93 | MUESTRA :  |
| MOLDE 2 | 1.45 | 17.35 | 14.41 | 17.35 |            |
| MOLDE 3 | 1.56 | 21.05 | 15.93 | 21.05 |            |

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. = | 21.05 % |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =  | 14.93 % |





**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C**  
**INGENIERIA GEOTECNIA Y CONSTRUCCION**  
**CONTRAL DE CALIDAD DE AGREGADOS ,CONCRETOS ,ASFALTOS**  
**MECANICA DE SUELOS CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES**  
 CALLE CAHUIDE DEL AH CAMPO POLO CASTILLA RUC :20526388101

OI SOLICITA :

Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022  
 Juárez Viera, Paul Darío  
 Sanchez Zapata, Eddie Grabiell

UBICACIÓN MUESTRA FECHA :

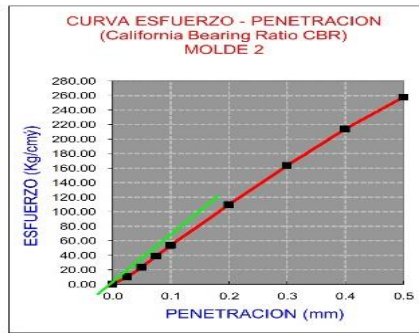
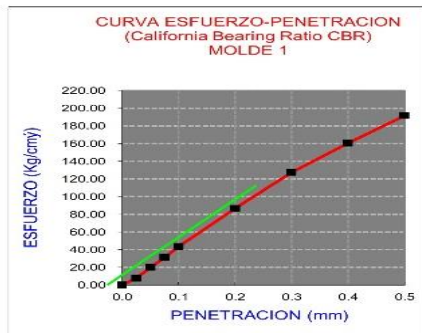
SULLANA  
 M-02-CALICATA N° 2 PROF.0.15 - 1.50M SUBRASANTE  
 FIRRA , AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

| COMPACTACION C B R |                 |          |                 |          |                 |          |                 |         |         |
|--------------------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|---------|---------|
| MOLDE              | 1               |          |                 | 2        |                 |          | 3               |         |         |
| Altura Molde mm.   | 124             |          |                 | 120      |                 |          | 120             |         |         |
| N° Capas           | 5               |          |                 | 5        |                 |          | 5               |         |         |
| N°Golp x Capa      | 10              |          |                 | 25       |                 |          | 55              |         |         |
| Cond. Muestra      | ANTES DE EMPAPA | DESPUES  | ANTES DE EMPAPA | DESPUES  | ANTES DE EMPAPA | DESPUES  | ANTES DE EMPAPA | DESPUES | DESPUES |
| P. Húm.+ Molde     | 11345.00        | 11382.80 | 12070.00        | 12100.51 | 13140.00        | 13160.54 |                 |         |         |
| Peso Molde (gr)    | 6766.00         | 6766.00  | 7258.00         | 7258.00  | 8105.00         | 8105.00  |                 |         |         |
| Peso Húmedo (gr)   | 4579.00         | 4616.80  | 4812.00         | 4842.51  | 5035.00         | 5055.54  |                 |         |         |
| Vol. Molde (cc)    | 2250.09         | 2250.09  | 2264.31         | 2264.31  | 2264.31         | 2264.31  |                 |         |         |
| Densidad H.(gr/cc) | 2.04            | 2.05     | 2.13            | 2.14     | 2.22            | 2.23     |                 |         |         |
| Número de Ensayo   | 1-A             | 1-B      | 1-C             | 2-A      | 2-B             | 2-C      | 3-A             | 3-B     | 3-C     |
| P. Húmedo + Tara   | 147.20          | 150.30   | 145.50          | 135.50   | 140.20          | 141.20   | 152.30          | 158.10  | 160.20  |
| Peso Seco + Tara   | 137.90          | 140.70   | 135.50          | 127.20   | 131.30          | 131.70   | 142.40          | 147.80  | 149.60  |
| Peso Agua (gr)     | 9.30            | 9.60     | 10.00           | 8.30     | 8.90            | 9.50     | 9.90            | 10.30   | 10.60   |
| Peso Tara (gr)     | 35.10           | 34.20    | 34.80           | 36.00    | 33.10           | 34.50    | 32.80           | 34.50   | 36.10   |
| P. Muestra Seca    | 102.80          | 106.50   | 100.70          | 91.20    | 98.20           | 97.20    | 109.60          | 113.30  | 111.50  |
| Cont. Humedad      | 9.05%           | 9.01%    | 9.93%           | 9.10%    | 9.06%           | 9.77%    | 9.03%           | 9.09%   | 9.51%   |
| Cont.Hum.Prom.     | 9.03%           |          |                 | 9.08%    |                 |          | 9.77%           |         |         |
| DENSIDAD SECA      | 1.400           |          |                 | 1.450    |                 |          | 1.580           |         |         |

| TIEMPO ACUMULADO (Hs) | Dias | NUMERO DE MOLDE     |                  |      | NUMERO DE MOLDE    |                  |      | NUMERO DE MOLDE     |                  |      |
|-----------------------|------|---------------------|------------------|------|--------------------|------------------|------|---------------------|------------------|------|
|                       |      | LECTURA DEFORM (mm) | HINCHAMIENTO (%) |      | LECTUR DEFORM (mm) | HINCHAMIENTO (%) |      | LECTURA DEFORM (mm) | HINCHAMIENTO (%) |      |
|                       |      |                     | (mm)             | (%)  |                    | (mm)             | (%)  |                     | (mm)             | (%)  |
| 0                     | 0    | 0.000               | 0.000            | 0.00 | 0.000              | 0.000            | 0.00 | 0.000               | 0.000            | 0.00 |
| 24                    | 1    | 0.600               | 0.600            | 0.48 | 0.300              | 0.300            | 0.25 | 0.200               | 0.200            | 0.17 |
| 48                    | 2    | 0.900               | 0.900            | 0.73 | 0.700              | 0.700            | 0.58 | 0.400               | 0.400            | 0.33 |
| 72                    | 3    | 1.200               | 1.200            | 0.97 | 0.900              | 0.900            | 0.75 | 0.600               | 0.600            | 0.50 |
| 96                    | 4    | 1.200               | 1.200            | 0.97 | 0.900              | 0.900            | 0.75 | 0.600               | 0.600            | 0.50 |

| PENETRACION (mm) | (pulg) | MOLDE N° 01 |          | MOLDE N° 02 |          | MOLDE N° 03 |          |
|------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|                  |        | CARGA       | ESFUERZO | CARGA       | ESFUERZO | CARGA       | ESFUERZO |
| 0.00             | 0.000  | 0           | 0.00     | 0           | 0.00     | 0           | 0.00     |
| 0.64             | 0.025  | 190         | 7.64     | 200         | 10.19    | 220         | 11.20    |
| 1.27             | 0.050  | 390         | 19.86    | 460         | 23.43    | 580         | 29.54    |
| 1.91             | 0.075  | 610         | 31.07    | 760         | 38.71    | 940         | 47.87    |
| 2.54             | 0.100  | 850         | 43.29    | 1050        | 53.48    | 1310        | 66.72    |
| 5.08             | 0.200  | 1700        | 86.58    | 2150        | 109.50   | 2760        | 140.57   |
| 7.62             | 0.300  | 2500        | 127.32   | 3210        | 163.48   | 4080        | 207.79   |
| 10.16            | 0.400  | 3150        | 160.43   | 4200        | 213.90   | 5290        | 269.42   |
| 12.70            | 0.500  | 3760        | 191.50   | 5060        | 257.70   | 6400        | 325.95   |



| PENTRC. | 0.1 (*) | 0.2 (*) |
|---------|---------|---------|
| MOLDE 1 | 12.00   | 15.20   |
| MOLDE 2 | 14.40   | 16.70   |
| MOLDE 3 | 15.85   | 17.30   |

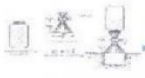
(\*) Valores Corregidos

| MOLDE   | DENS | 0.1   | 0.2   | CBR   | UBICACION: |
|---------|------|-------|-------|-------|------------|
| MOLDE 1 | 1.40 | 17.07 | 14.41 | 17.07 | MUESTRA :  |
| MOLDE 2 | 1.45 | 20.48 | 15.84 | 20.48 |            |
| MOLDE 3 | 1.58 | 22.54 | 16.40 | 22.54 |            |

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. = | 22.54 % |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =  | 17.07 % |

**INGELABC**  
 SERVICIOS GENERALES S.A.C  
 DISEÑO Y EJECUCION DE OBRAS DE  
 MEJORAMIENTO DE CALIDAD DE SUELOS  
 ING. CIVIL - C.R. 182224  
 REGISTRO GEOTECNIA LABORATORIO Y CONSTRUCCION

**INGELABC**  
 SERVICIOS GENERALES S.A.C  
 MONTAJE MUESTRAS  
 REGISTRO GEOTECNIA  
 C.R. N° 182224



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C**  
**INGENIERIA GEOTECNIA Y CONSTRUCCION**  
**CONROL DE CALIDAD DE AGREGADOS ,CONCRETOS ,ASFALTOS**  
**MECANICA DE SUELOS CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES**  
 CALLE CAHUIDE DEL AH CAMPO POLO CASTILLA RUC :20526388101

OBRA :  
 SOLICITA :  
 UBICACIÓN :  
 MUESTRA :  
 FECHA :

Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022  
 Sanchez Zapata, Eddie Grabel  
 SULLANA  
 M1 PROF.0.15 - 1.50M CANTERA SOJO  
 PÍDRA , AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**COMPACTACION C B R**

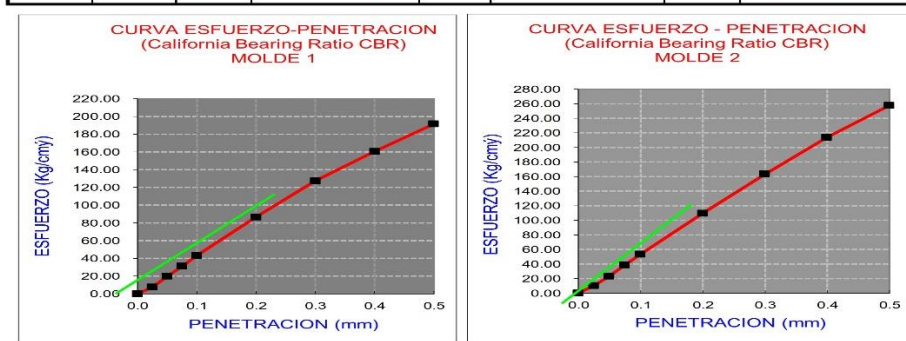
| MOLDE              | 1               |        |        | 2        |        |        | 3               |        |        |          |  |  |
|--------------------|-----------------|--------|--------|----------|--------|--------|-----------------|--------|--------|----------|--|--|
| Altura Molde mm.   | 124             |        |        | 120      |        |        | 120             |        |        |          |  |  |
| N° Capas           | 5               |        |        | 5        |        |        | 5               |        |        |          |  |  |
| N° Golp x Capa     | 10              |        |        | 25       |        |        | 55              |        |        |          |  |  |
| Cond. Muestra      | ANTES DE EMPAPA |        |        | DESPUES  |        |        | ANTES DE EMPAPA |        |        | DESPUES  |  |  |
| P. Húm.+ Molde     | 11345.00        |        |        | 11382.80 |        |        | 12070.00        |        |        | 12100.51 |  |  |
| Peso Molde (gr)    | 6766.00         |        |        | 6766.00  |        |        | 7258.00         |        |        | 7258.00  |  |  |
| Peso Húmado (gr)   | 4579.00         |        |        | 4616.80  |        |        | 4812.00         |        |        | 4842.51  |  |  |
| Vol. Molde (cc)    | 2250.09         |        |        | 2250.09  |        |        | 2264.31         |        |        | 2264.31  |  |  |
| Densidad H.(gr/cc) | 2.04            |        |        | 2.05     |        |        | 2.13            |        |        | 2.14     |  |  |
| Número de Ensayo   | 1-A             | 1-B    | 1-C    | 2-A      | 2-B    | 2-C    | 3-A             | 3-B    | 3-C    |          |  |  |
| P. Húmado + Tara   | 147.20          | 150.30 | 145.50 | 135.50   | 140.20 | 141.20 | 152.30          | 158.10 | 160.20 |          |  |  |
| Peso Seco + Tara   | 137.90          | 140.70 | 135.50 | 127.20   | 131.30 | 131.70 | 142.40          | 147.80 | 149.60 |          |  |  |
| Peso Agua (gr)     | 9.30            | 9.60   | 10.00  | 8.30     | 8.90   | 9.50   | 9.90            | 10.30  | 10.60  |          |  |  |
| Peso Tara (gr)     | 35.10           | 34.20  | 34.80  | 36.00    | 33.10  | 34.50  | 32.80           | 34.50  | 38.10  |          |  |  |
| P. Muestra Seca    | 102.80          | 106.50 | 100.70 | 91.20    | 98.20  | 97.20  | 109.60          | 113.30 | 111.50 |          |  |  |
| Cont. Humedad      | 9.05%           | 9.01%  | 9.93%  | 9.10%    | 9.06%  | 9.77%  | 9.03%           | 9.09%  | 9.51%  |          |  |  |
| Cont.Hum.Prom.     | 9.03%           |        |        | 9.93%    |        |        | 9.08%           |        |        | 9.77%    |  |  |
| DENSIDAD SECA      | 1.400           |        |        | 1.400    |        |        | 1.450           |        |        | 1.450    |  |  |
|                    | 1.400           |        |        | 1.400    |        |        | 1.580           |        |        | 1.580    |  |  |

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

| TIEMPO ACUMULADO (Hs) | (Días) | NUMERO DE MOLDE |              |      | NUMERO DE MOLDE |              |      | NUMERO DE MOLDE |              |      |
|-----------------------|--------|-----------------|--------------|------|-----------------|--------------|------|-----------------|--------------|------|
|                       |        | LECTURA DEFORM. | HINCHAMIENTO |      | LECTURA DEFORM. | HINCHAMIENTO |      | LECTURA DEFORM. | HINCHAMIENTO |      |
|                       |        |                 | (mm)         | (%)  |                 | (mm)         | (%)  |                 | (mm)         | (%)  |
| 0                     | 0      | 0.000           | 0.000        | 0.00 | 0.000           | 0.000        | 0.00 | 0.000           | 0.000        | 0.00 |
| 24                    | 1      | 0.600           | 0.600        | 0.48 | 0.300           | 0.300        | 0.25 | 0.200           | 0.200        | 0.17 |
| 48                    | 2      | 0.900           | 0.900        | 0.73 | 0.700           | 0.700        | 0.58 | 0.400           | 0.400        | 0.33 |
| 72                    | 3      | 1.200           | 1.200        | 0.97 | 0.900           | 0.900        | 0.75 | 0.600           | 0.600        | 0.50 |
| 96                    | 4      | 1.200           | 1.200        | 0.97 | 0.900           | 0.900        | 0.75 | 0.600           | 0.600        | 0.50 |

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

| PENETRACION (mm) |        | MOLDE N° 01 |          | MOLDE N° 02 |          | MOLDE N° 03 |          |
|------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| (mm)             | (pulg) | CARGA       | ESFUERZO | CARGA       | ESFUERZO | CARGA       | ESFUERZO |
| 0.00             | 0.000  | 0           | 0.00     | 0           | 0.00     | 0           | 0.00     |
| 0.64             | 0.025  | 150         | 7.64     | 200         | 10.19    | 220         | 11.20    |
| 1.27             | 0.050  | 390         | 19.86    | 460         | 23.43    | 580         | 29.54    |
| 1.91             | 0.075  | 610         | 31.07    | 760         | 38.71    | 940         | 47.87    |
| 2.54             | 0.100  | 850         | 43.29    | 1050        | 53.48    | 1310        | 66.72    |
| 5.08             | 0.200  | 1700        | 86.58    | 2150        | 109.50   | 2760        | 140.57   |
| 7.62             | 0.300  | 2500        | 127.32   | 3210        | 163.48   | 4080        | 207.79   |
| 10.16            | 0.400  | 3150        | 160.43   | 4200        | 213.90   | 5290        | 269.42   |
| 12.70            | 0.500  | 3760        | 191.50   | 5060        | 257.70   | 6400        | 325.95   |



| PENTRC. | 0.1 (*) | 0.2 (*) |
|---------|---------|---------|
| MOLDE 1 | 45.00   | 50.00   |
| MOLDE 2 | 55.00   | 110.00  |
| MOLDE 3 | 70.00   | 110.00  |

(\*) Valores Corregidos

|         | DENS | 0.1   | 0.2    | CBR    | UBICACIÓN: |
|---------|------|-------|--------|--------|------------|
| MOLDE 1 | 1.40 | 64.00 | 47.41  | 64.00  | MUESTRA :  |
| MOLDE 2 | 1.45 | 78.23 | 104.30 | 104.30 |            |
| MOLDE 3 | 1.58 | 99.56 | 104.30 | 104.30 |            |

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. = | 99.56 % |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =  | 64.00%  |





## ANEXO 4: Panel fotográfico

|   |  |
|---|--|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  |
|   | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  |
| <b>PANEL FOTOGRÁFICO</b>  |  |
| <b>TESIS</b>  | DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022. |
| <b>AUTORES</b>  | Br. Juárez Viera, Paul Darío<br>Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiell   |
| <b>Calle Amotape - Sullana</b>  |  |
|                          |  |
| <b>Foto N° 1</b><br>Reconocimiento de la calle amotape  |  |
|                         |  |
| <b>Foto N° 2</b><br>Toma de datos de la calle Amotape del distrito de Sullana                               |  |



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Ensayo granulométrico de agregados en laboratorio**



**Foto N° 3**

Ensayo de gravedad específica



**Foto N° 4**

Tamizado del agregado fino



**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Ensayo granulométrico de agregados en laboratorio**



**Foto N° 5**

**Ensayo de peso específico y absorción**



**Foto N° 6**

**Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Fibras de acero reciclado**



**Foto N° 7**

muestras de las fibras de acero reciclado



**Foto N° 8**

muestras de las fibras de acero reciclado



**Foto N° 9**

Peso de las fibras de acero reciclado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Trabajabilidad del concreto fresco**



**Foto N° 10**

Ensayo Slump



**Foto N° 11**

Ensayo Slump



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiell

**Probetas de concreto**



**Foto Nº 12**

Probetas de concreto patrón



**Foto Nº 13**

Probetas de concreto con la adición de 2% de fibras de acero reciclado



**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

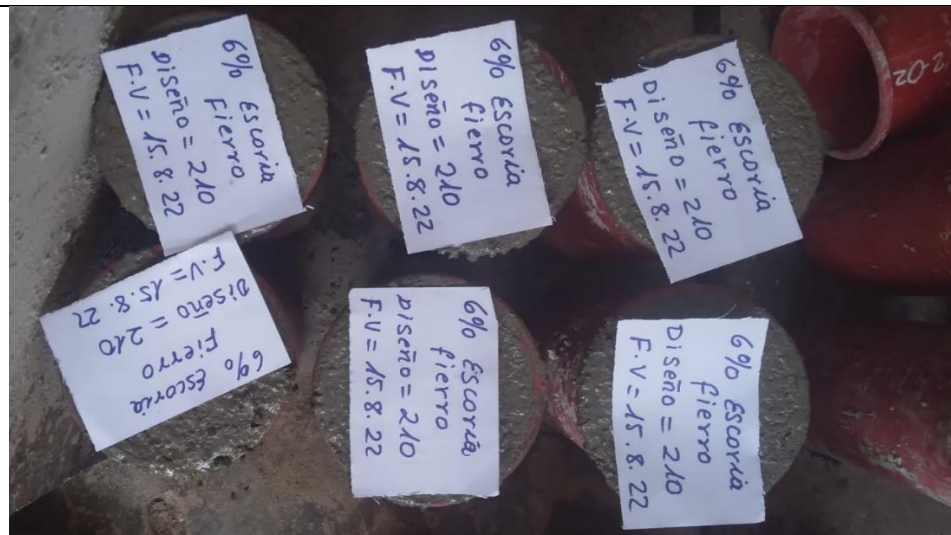
Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Probetas de concreto**



**Foto N° 14**

Probetas de concreto con la adición de 4% de fibras de acero reciclado



**Foto N° 15**

Probetas de concreto con la adición de 6% de fibras de acero reciclado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Rotura de probetas**



**Foto N° 16**

Rotura para medir la resistencia a la compresión



**Foto N° 17**

Rotura para medir la resistencia a la compresión



**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Rotura de probetas**



**Foto N° 18**

Rotura para medir la resistencia a la compresión



**Foto N° 19**

Rotura para medir la resistencia a la compresión



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Estudio de suelos**



**Foto N° 20**

Excavación de calicata N° 1



**Foto N° 21**

Excavación de calicata N° 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiél

**Estudio de suelos**



**Foto N° 22**

Excavación de calicata N° 2



**Foto N° 23**

Excavación de calicata N° 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PANEL FOTOGRÁFICO**

**TESIS**

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO FIBRAS DE ACERO RECICLADO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA CALLE AMOTAPE, SULLANA, PIURA, 2022

**AUTORES**

Br. Juárez Viera, Paul Darío  
Br. Sánchez Zapata, Eddie Grabiell

**Exploración de suelos**



**Foto N° 24**

Excavación de calicata N° 3

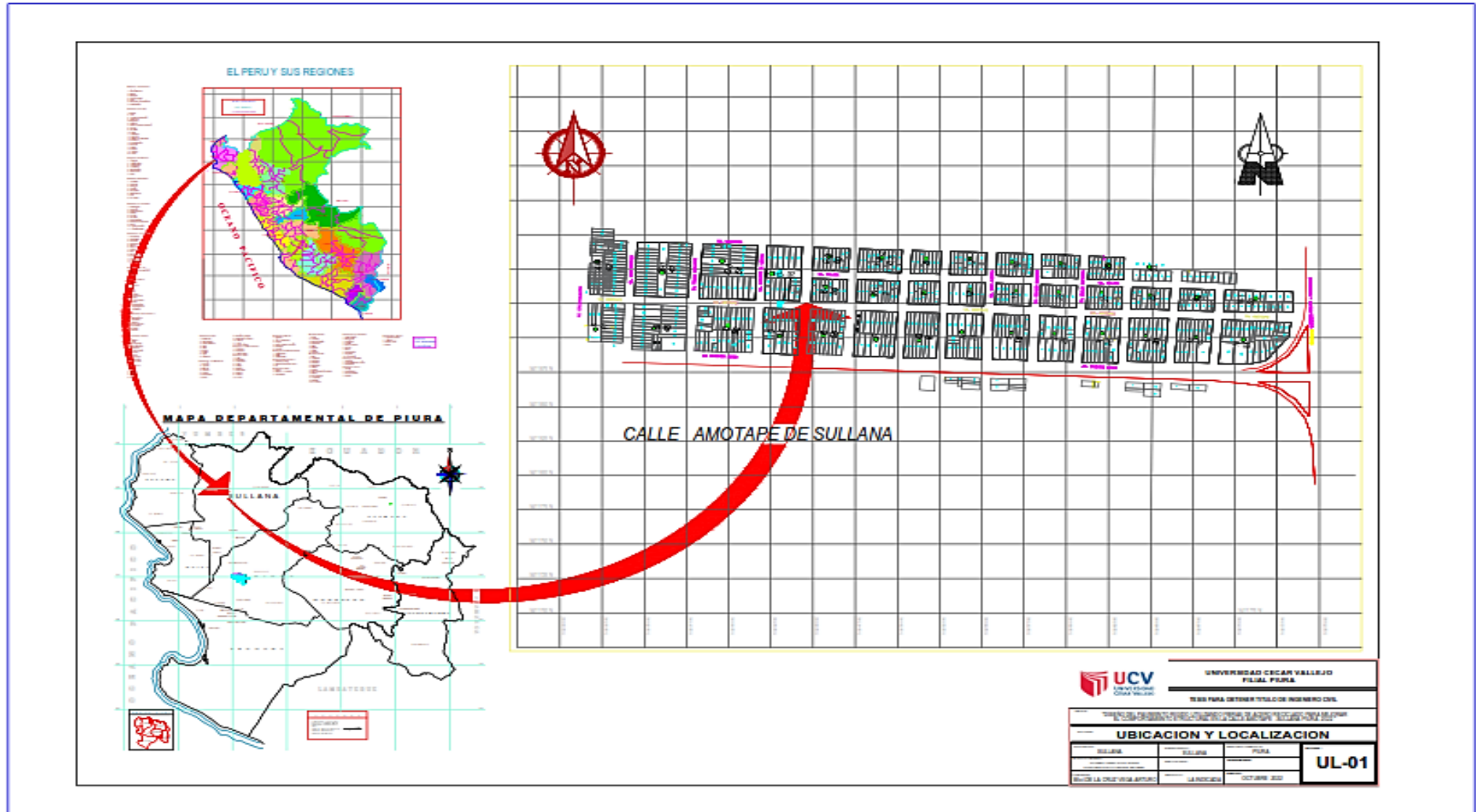


**Foto N° 25**

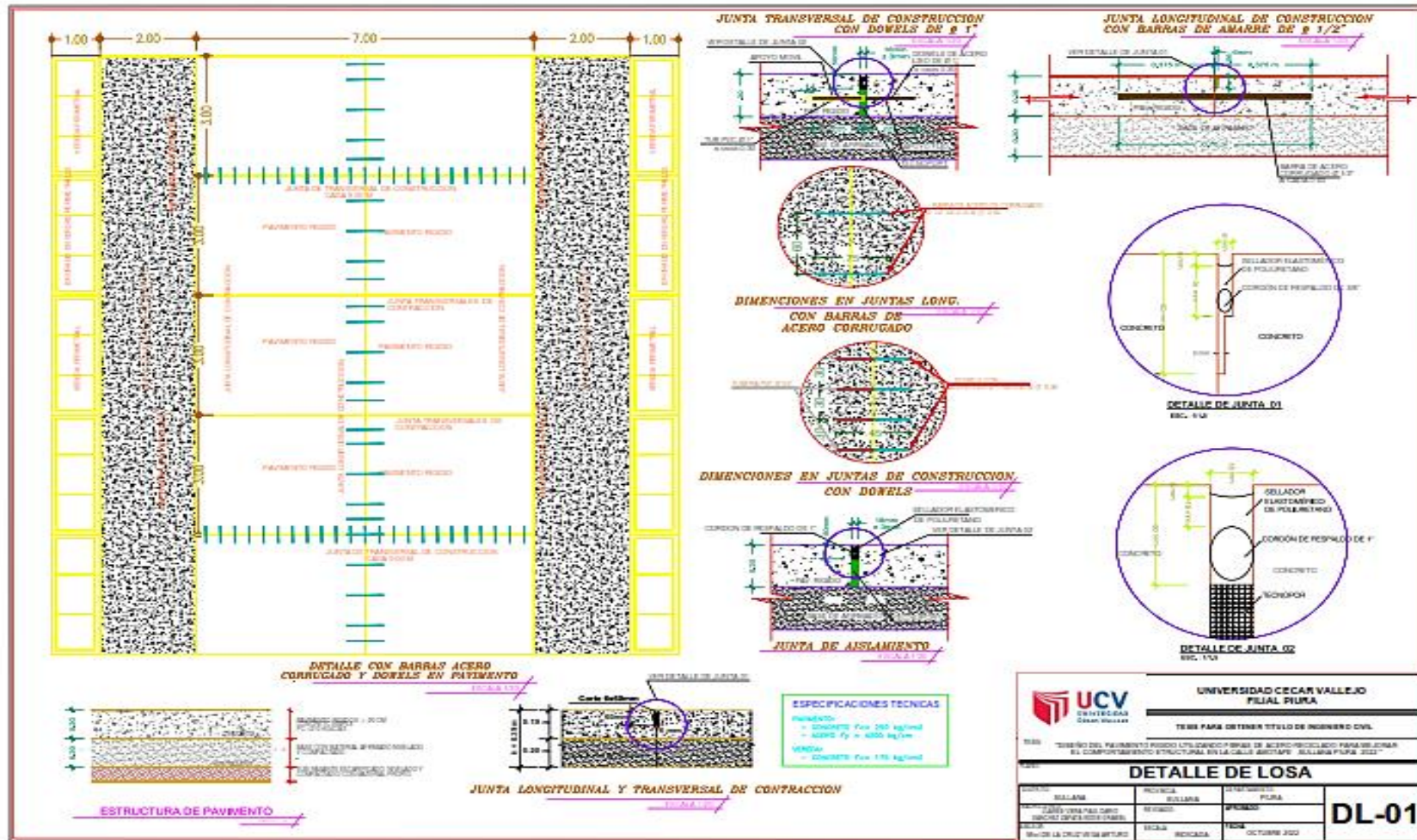
Excavación de calicata N° 3

## ANEXO 5: Planos

### Plano de ubicación y localización



# Plano de losa y detalles





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape, Sullana, Piura, 2022", cuyos autores son JUAREZ VIERA PAUL DARIO, SANCHEZ ZAPATA EDDIE GRABIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 03 de Diciembre del 2022

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>   | <b>Firma</b>   |
|--|--|
| DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO<br><b>DNI:</b> 70407573<br><b>ORCID:</b> 0000-0003-0254-301X | Firmado electrónicamente<br>por: SLEYTHER el 03-12-<br>2022 17:38:07 |

Código documento Trilce: TRI - 0470289