

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



---

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA – PIURA**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

BR. CASTILLO ADRIANZEN, DIEGO ALONSO

BR. CASTRO MARADIEGUE, JOAO JESUS

**ASESOR:**

DR. ING. HURTADO ZAMORA, OSWALDO

**PIURA – PERÚ**

**2020**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



---

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA – PIURA**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

BR. CASTILLO ADRIANZEN, DIEGO ALONSO

BR. CASTRO MARADIEGUE, JOAO JESUS

**ASESOR:**

DR. ING. HURTADO ZAMORA, OSWALDO

**PIURA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme llegar hasta aquí junto a toda mi familia y darnos salud ante todo en esta situación tan difícil por la pandemia.

A mis padres, Diego Oswaldo Castillo Ruiz y María Elena Adrianzén Cueva por ser mi soporte en todo momento, por impulsarme siempre a ser una mejor persona, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y su apoyo económico, por su cariño y sobre todo paciencia hacia mí en mi etapa universitaria.

A mis hermanas, Cynthia Stefany y Denisse Fabiola Castillo Adrianzén por ser mi ejemplo de entrega, superación y constancia para hacer siempre las cosas bien, por aconsejarme y apoyarme sin condición alguna a lo largo de toda mi vida.

A mis sobrinos Alfonso Naohiro, Denisse Narumi y Alberto Hiroki Kamahara Castillo por ser mi motivo para salir adelante y ser su ejemplo en el futuro y porque me impulsan a ser mejor día a día.

A mi tío Sixto Palacios Tineo por estar presente en los momentos más importantes de toda mi vida y su apoyo incondicional en el día a día y por cuidarme desde cuando era pequeño.

### ***DIEGO ALONSO CASTILLO ADRIANZEN***

En primer lugar, a Dios por haberme dado la fuerza de vida y el coraje para llegar a donde estoy.

En segundo lugar, a mis padres, Betty Maradiegue Ontaneda, Edwin Alexander Sanjinez, por el apoyo incondicional que me brindaron, por la paciencia y el cariño que me dieron durante toda esta etapa universitaria, y más aún por el apoyo económico por parte de ellos.

En tercer lugar, a Thiago Castro Vallejos, Karen Jaramillo Castillo, Lucy Castro Sanjinez, Silvia Castro Sanjinez, Betty Sanjinez Espinoza, el cual fueron el motivo de mi lucha y entrega para el desarrollo de mi persona, tanto como profesional como personal.

### ***JOAO JESUS CASTRO MARADIEGUE***

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirnos culminar una etapa más de la vida universitaria con salud y al lado de nuestra familia en estos momentos de pandemia y por ser nuestra fortaleza en todo momento.

A nuestras familias por apoyarnos incansablemente día a día a lo largo de toda nuestra etapa como estudiantes, aconsejarnos y ser nuestra mayor motivación para salir adelante en todo momento.

A nuestra alma mater, la Universidad Privada Antenor Orrego por acogernos y ser nuestra casa de estudios y a la vez a nuestros docentes que nos motivaron siempre a salir adelante y dieron mucho de sí para nuestra formación universitaria.

A nuestro asesor, el Ingeniero Oswaldo Hurtado Zamora, quien nos acompañó a lo largo de este camino, brindándonos su experiencia y profesionalismo.

## **RESUMEN**

El camino vecinal Yapato, Tajamar y Pampa de Loro se encuentra ubicado en la provincia de Sechura en el departamento de Piura. Este camino vecinal es la única vía que pasa por los caseríos mencionados para cuyos pobladores la carretera es fundamental para su desarrollo y su mejor calidad de vida, pues representa su vía de entrada y salida para ellos y el traslado de la mercadería que ellos cultivan.

En la presente tesis realizamos un análisis comparativo entre los pavimentos flexible y rígido de todo este camino vecinal que tiene 5.900 kilómetros y también su respectiva comparación de costos y su plazo de ejecución. Este camino vecinal en la actualidad no cuenta con pavimentación, causando el difícil acceso a dichos caseríos y también el levantamiento de polvo afectando la salud de los pobladores.

Diseñaremos ambos pavimentos, tanto flexible como rígido siguiendo la guía AASHTO 93 encontrada en el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: sección Suelos y Pavimentos, dado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), realizando para ello, ensayos de mecánica de suelos pues son fundamentales para la clasificación de los suelos y también obtendremos parámetros importantes para el diseño de estos pavimentos. Se calculará el espesor de los pavimentos y por último realizaremos un presupuesto total de ambos pavimentos.

Esto nos ayudará a analizar y determinar qué tipo de pavimento se adecua más al camino vecinal en estudio para una futura realización de este y se pueda mejorar la transitabilidad y aumentar la calidad de vida de los pobladores.

## **ABSTRACT**

The Yapato, Tajamar and Pampa de Loro local road is located in the province of Sechura in the department of Piura. This neighborhood road is the only road that passes through the aforementioned hamlets for whose inhabitants the road is essential for their development and their better quality of life, since it represents their entry and exit route for them and the transfer of the merchandise that they grow.

In this thesis we carry out a comparative analysis between the flexible and rigid pavements of this entire neighborhood road that has 5,900 kilometers and also their respective comparison of costs and their execution time. This local road currently does not have paving, causing difficult access to these hamlets and also the raising of dust affecting the health of the inhabitants.

We will design both pavements, both flexible and rigid, following the AASHTO 93 guide found in the Soils, Geology, Geotechnics and Pavements Manual: Soils and Pavements section, given by the Ministry of Transport and Communications (MTC), carrying out mechanical tests of soils as they are fundamental for the classification of soils and we will also obtain important parameters for the design of these pavements. The thickness of the pavements will be calculated and finally we will make a total budget of both pavements.

This will help us to analyze and determine what type of pavement is best suited to the neighborhood road under study for a future realization of this and it can improve the walkability and increase the quality of life of the inhabitants.

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

Dado por cumplimiento conforme lo estipula las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de Ingeniería y escuela profesional de Ingeniería Civil, es grato poner a su consideración, el presente trabajo de investigación titulado: ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO, DISTRITO DE SECHURA – PIURA. Con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Atentamente:

Br. Castillo Adrianzén, Diego Alonso

Br. Castro Maradiegue, Joao Jesús

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1	Problema de Investigación.....	1
1.2	Objetivos.....	3
1.3	Justificación del estudio .....	3
<b>II.</b>	<b>MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>4</b>
2.1	Antecedentes del estudio.....	4
2.2	Marco teórico: .....	7
2.3	Marco conceptual: .....	12
2.4	Sistema de hipótesis.....	13
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA EMPLEADA .....</b>	<b>14</b>
3.1	Tipo y nivel de investigación .....	14
3.2	Población y muestra de estudio .....	14
3.3	Diseño de investigación .....	14
3.4	Técnicas e instrumentos de investigación: .....	14
3.5	Procesamiento y análisis de datos: .....	15
3.5.1	Generalidades .....	15
3.5.2	Determinación del estudio de tráfico .....	17
<input type="checkbox"/>	Pavimento Flexible: .....	25
<input type="checkbox"/>	Pavimento Rígido:.....	26
3.5.3	Estudio de Suelos .....	28
3.5.4	Diseño del Pavimento Flexible.....	33
3.5.5	Diseño del Pavimento Rígido .....	45
3.5.6	Presupuesto del Pavimento Flexible .....	54
3.5.7	Presupuesto del Pavimento Rígido .....	55

<b>IV.</b>	<b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
	<b>Nota: Elaboración Propia.....</b>	<b>59</b>
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>60</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>
<b>9.1</b>	<b>Instrumentos para recolección de datos (Ensayos) .....</b>	<b>65</b>
<b>9.2</b>	<b>Evidencias de la ejecución de la propuesta .....</b>	<b>94</b>
<b>9.3</b>	<b>Resolución Directoral que aprueba el proyecto de     investigación .....</b>	<b>106</b>
<b>9.4</b>	<b>Constancia de asesor .....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Condiciones de Drenaje.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2: Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd. ....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3: Operacionalización de las variables independiente y dependiente. .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 4: Factores de Corrección Estacional (FCE).....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 5: Variaciones de Tráfico y cálculo de IMDA. ....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 6: Resultado del Índice medio diario anual. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 7: Tasa de crecimiento provincial de Sechura. ....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 8: Tasa de crecimiento de la actividad económica, PBI.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 9: Proyección del tráfico contractual. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 10: Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígidos. ....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 11: Resultado de Factor Camión C2.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 12: Resultado de Factor Camión C3.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 13: Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígidos. ....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 14: Resultado de Factor Camión C2.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 15: Resultado de Factor Camión C3.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 16: Número de Ensayos Mr y CBR.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 17: Norma de los Ensayos realizados.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 18: Resultados de los ensayos estándar. ....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 19: Resultado de Ensayos Especiales.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 20: Clasificación SUCS.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 21: Categorías de Subrasante.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 22: Cálculo de ESAL.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 23: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola tapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 24: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según el Nivel de confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico. ....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 25: Índice de Servicialidad Inicial (Pi) según rango de Tráfico.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 26: Índice de Servicialidad Final (Pt) según rango de tráfico. ....</i>	<i>39</i>

<i>Tabla 27: Diferencial de Servicialidad (<math>\Delta PSI</math>) según rango de tráfico. ....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 28: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai. ....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 29: Calidad del drenaje. ....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 30: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje <math>m_i</math> para bases y subbases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles. ....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 31: Valores de ESAL para Pavimento Rígido. ....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 32: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (<math>Z_r</math>) para una sola etapa de 20 años según el rango de tráfico. ....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 33: Índice de Servicialidad Inicial (<math>P_i</math>) y Final (<math>P_t</math>) según rango de tráfico. ....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 34: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga (J). ....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 35: Valores recomendados de Resistencia del Concreto según rango de tráfico. ....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 36: Dimensiones de Losa. ....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 37: Resultados de Ejes Equivalentes. ....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 38: Resultados de CBR. ....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 39: Parámetros para diseño de Pavimento Flexible. ....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 40: Parámetros para diseño de Pavimento Rígido. ....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 41: Espesores del Pavimento Flexible propuesto. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 42: Espesores del Pavimento Rígido propuesto. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 43: Presupuesto y Plazo de ejecución de ambos pavimentos. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 44: Cuadro comparativo entre ambos pavimentos. ....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 45: Análisis comparativo entre los Pavimentos Flexible y Rígido. ...</i>	<i>61</i>

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

<i>Gráfico 1: Ubicación Nacional - Regional. _____</i>	<i>15</i>
<i>Gráfico 2: Ubicación Provincial - Distrital. _____</i>	<i>16</i>
<i>Gráfico 3: Ubicación del tramo en estudio _____</i>	<i>16</i>
<i>Gráfico 4: Cantidad de vehículos por día. _____</i>	<i>19</i>
<i>Gráfico 5: Distribución porcentual del IMDA. _____</i>	<i>21</i>
<i>Gráfico 6: Esquema de los espesores del Pavimento Flexible. _____</i>	<i>44</i>
<i>Gráfico 7: Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante (K). _____</i>	<i>50</i>

Gráfico 8: Esquema de los espesores del Pavimento Rígido. \_\_\_\_\_ 52

### **ÍNDICE DE FÓRMULAS**

<i>Fórmula 1: Cálculo del Número Estructural Requerido</i>	_____	8
<i>Fórmula 2: Cálculo de Número Estructural Escogido</i>	_____	8
<i>Fórmula 3: Cálculo de espesor de la losa de concreto</i>	_____	9
<i>Fórmula 4: Cálculo del IMDA.</i>	_____	17
<i>Fórmula 5: Cálculo del IMDS.</i>	_____	18
<i>Fórmula 6: Cálculo del Factor de Crecimiento.</i>	_____	24
<i>Fórmula 7: Módulo de Resiliencia.</i>	_____	34
<i>Fórmula 8: Módulo elástico del concreto (<math>E_c</math>).</i>	_____	51

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Problema de Investigación**

#### **1.1.1 Realidad Problemática**

##### **1.1.1.1 Realidad problemática internacional:**

Según (*Correa P., 2017*): “En las próximas tres décadas se pavimentarán 25 millones de kilómetros en el mundo. Una cifra equivalente a darle 600 veces la vuelta al planeta.

Nadie duda de las ventajas de construir una nueva carretera. Desde los pobladores de un pueblito perdido en algún lugar de Colombia hasta los habitantes de las grandes ciudades en China. Unos y otros saben bien que unos kilómetros más de pavimento traen agilidad al comercio, facilitan la vida y reducen gastos. En pocas palabras, por ahí entra el progreso.

Pero al sumar la construcción de carreteras en todo el mundo, como lo hicieron Irene Burgués Arrea, de la Alianza para Líderes Investigadores Ambientales y Pensadores de Costa Rica, y William F. Laurance, de la Universidad de James Cook en Australia, un panorama muy distinto emerge ante nuestros ojos. En los próximos tres años, por ejemplo, se tiene planeado duplicar el número de carreteras pavimentadas en Asia. Y en las próximas tres décadas se construirían 25 millones de carreteras en todo el planeta. Juntas, dicen, esas vías servirían para rodear la Tierra 600 veces.”

##### **1.1.1.2 Realidad problemática nacional**

Según (*Sotil A., 2014*): “Al 2012, el Ministerio de Transportes y Comunicación (MTC) del Perú (1) reportó que la red vial nacional bajo su administración tenía las siguientes condiciones:

- 26 017.07 km de carreteras (100%)
- 12 444.93 km de carreteras pavimentadas (48%)
- 11 150.91 km de carreteras no pavimentadas (43%)
- 2 421.23 km de carreteras en proyecto (9%)

Ampliando la visión de carreteras, la DGCF (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles) del MTC indica que el SINAC (Sistema Nacional de Carreteras) está conformado como se muestra en la Tabla 1, con un total de 137 327 km de vías nacionales (de las cuales 10 314 km están en fase de proyecto).

Según el MTC 1 493 km de vías regionales/ departamentales están pavimentados, mientras que solo 624 km de vías vecinales o rurales se encuentran pavimentados. A nivel nacional esto suma un bajísimo 11% de vías pavimentadas en el Perú, y un altísimo 89% que aun requieren ser pavimentados. Y más aún, bajo la jurisdicción vecinal/rural el porcentaje es de 1% pavimentado vs. 99% pavimentado para los 80 624 km de vías. A nivel nacional las vías están siendo concesionadas a empresas privadas, tanto para su explotación y mejora, como para el mantenimiento por niveles de servicio y su posterior mejora. Alrededor de 18 000 km del SINAC están concesionadas y 109 000 kms tienen administración estatal, siendo en su gran mayoría vías de la red vecinal o rural (2, 3, 4).” (págs. 13-14).

#### **1.1.1.3 Realidad problemática Regional:**

Según (*Araujo M., 2018*): “El Distrito de Sechura (al que pertenecen los caseríos de Tajamar, Pampa de Loro y Yapato), tiene una Población Económicamente Activa -de 14 a más años- de 11,040 habitantes, la actividad económica a la que mayoritariamente se dedica esta población económicamente activa, es la pesca (29.1%).

Sin embargo, es necesario destacar que el distrito de Sechura está conformado por dos sectores o zonas claramente identificables: una zona pesquera, conformada por las localidades de Puerto Rico (Bayóvar), Parachique, Constante, Matacaballo y parte de Sechura, y por otra zona netamente agrícola o agropecuaria en donde están ubicados los caseríos de Tajamar, Pampa de Loro, Yapato, parte de Sechura, entre otros.

Si bien no hay estadísticas oficiales a nivel de caseríos, de acuerdo con las visitas de campo efectuadas, podemos sostener que la actividad económica principal a que se dedica la mayoría de la población de Tajamar, Pampa de Loro y Yapato, es la Agropecuaria.

El mal estado en que se encuentran actualmente el camino vecinal viene originando las grandes pérdidas económicas para la población agrícola al

transportar sus productos debido al mal estado que presenta la trocha, causando malestar entre los pobladores de la zona.”

### **1.1.2 Formulación del problema**

¿Cómo determinar mediante un análisis comparativo de costos la viabilidad de un diseño de pavimento flexible frente a un pavimento rígido en busca del mejoramiento del camino vecinal Yapato-tajamar-pampa de loro distrito de Sechura – Piura?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar los costos entre el diseño estructural de un pavimento flexible frente a un pavimento rígido para el mejoramiento del camino vecinal Yapato, Tajamar y Pampa de Loro, distrito de Sechura – provincia de Sechura- departamento de Piura.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Determinar el CBR de la subrasante para el diseño de los pavimentos.

Determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA) y las cargas de Ejes Equivalentes (EE) mediante un estudio de tráfico para el diseño de pavimentos.

Determinar los espesores de los pavimentos tanto rígido como flexible utilizando la metodología AASHTO 93.

Realizar el presupuesto del diseño propuesto para los pavimentos rígido y flexible y realizar un análisis comparativo entre ambos.

## **1.3 Justificación del estudio**

La realidad de nuestro país nos muestra la deficiente infraestructura vial con la que contamos, es por ello por lo que, para los pobladores rurales, muchas veces se les hace difícil tener una buena calidad de vida pues la dificultad que se tiene de entrar o salir de los lugares donde habitan, llámese caseríos, asentamientos humanos, etc., es alta debido a la carencia de infraestructura vial.

Esto nos deja un gran problema ya que la mayoría de estos pobladores son agricultores, los cuales viven de la venta de sus productos y con la deficiencia vial y la dificultad para trasladar originaría una pérdida económica considerable tanto como para el mercado rural como el mercado urbano ya que los productos son de beneficio para ambas partes.

El proyecto presentado consiste en diseñar y analizar los costos entre el pavimento flexible y el pavimento rígido para el mejoramiento de los accesos a los caseríos de Yapato, Tajamar y Pampa de Loro ubicados en la provincia de Sechura, departamento de Piura.

Nos permitirá escoger cuál de los dos pavimentos será el más indicado para mejorar la transitabilidad de estos accesos, siendo muy beneficioso para esta población.

Esto llevará a qué, con un pavimento adecuado la calidad de vida de estos pobladores mejore y se genere un impacto favorable en el mercado rural y urbano.

Gracias a este estudio que realizaremos, con los resultados podremos llevar este proyecto para su futura realización para beneficio de los pobladores de los caseríos mencionados y también para el crecimiento de la provincia de Sechura.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Antecedentes del estudio**

#### **2.1.1 Antecedentes Internacionales:**

- (*Ruíz y Rodríguez, 2016*), en su investigación: “Comparación técnico-económica del uso de pavimento rígido y pavimento flexible en Nicaragua. Estudio de caso: tramo Unikwas-Mulukuku”, presentada en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-MANAGUA, concluye que: “Con la aplicación de la metodología propuesta por la AASHTO 1993, para el diseño de pavimentos rígido y flexible, abordado en el estudio de Caso plasmado en el capítulo VIII, fue posible identificar que el pavimento flexible requiere un mayor espesor de capas subyacentes a la superficie de rodadura, sin embargo los costos iniciales de construcción son menores que los requeridos por el pavimento rígido, aunque el espesor de la estructura sea menor”.

- (*Espinoza L., 2018*), en su investigación: “Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO 93”, propuso: “el análisis y comparación de las alternativas de diseño y los costos totales asociados a los pavimentos rígidos y flexibles según el método AASHTO, para la cual se utilizó la metodología AASHTO 93 para pavimentos flexibles propone determinar los espesores de las capas de la estructura de pavimento en función de los coeficientes estructurales que posee cada material según sus características mecánicas, los

resultados obtenidos es aumentar la capacidad portante de la subrasante, reemplazando el material en sitio por material de mejoramiento o estabilizando la subrasante, incorporando cal o material pétreo. En los pavimentos flexibles, el mejoramiento de la subrasante implica obtener, números estructurales requeridos (SN) con valores menores, mientras que, para los pavimentos rígidos, se genera aumentos en el valor del módulo de reacción efectivo (Kefec), lo que significa que el espesor de la losa D se reduce”.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales:**

- (*Gallardo y Pescoran, 2019*), en su investigación: “Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo”, se propuso: “la investigación de desarrollar un análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido en dicho tramo, para lo cual empleo la metodología AASHTO 93, debido a que los parámetros de diseño se adecuan a las condiciones en las que se encuentra el tramo en estudio, los resultados obtenidos en el diseño estructural del pavimento flexible es una carpeta asfáltica de 10 cm, base de 20 cm y sub base de 15 cm, con un costo de un millón cuatrocientos sesenta y ocho mil seiscientos veinte con 67/100 soles (S/ 1´468,620.67) y para el diseño estructural del pavimento rígido, una losa de concreto de 20 cm con un  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$  y base de 15 cm, con un costo de dos millones ciento cincuenta y dos mil seiscientos setenta y cuatro con 75/100 soles (S/ 2´152,674.75). Se concluye que, a través de un análisis económico el costo de ejecución inicial del pavimento rígido es 31% mayor del costo del pavimento flexible”.

- (*Paredes y Delgado, 2019*), en su investigación: “Análisis comparativo de pavimento flexible y rígido para la reparación de las calles del centro del Distrito de Tarapoto” se propuso: “hacer un comparativo entre el tiempo empleado en la ejecución de un proyecto de pavimentación, y el costo por metro cuadrado que se obtendrá al costear dichas propuestas entre las alternativas de estudio seleccionadas, para la cual se empleó un método de evaluación del comportamiento del pavimento es el Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos, reflejada en la Norma ASTM D6433 o llamado también Método PCI, (Pavement Condition Index), que por medio de inspecciones visuales, se puede determinar el estado en el que

se encuentra una determinada vía, dependiendo del tipo de daño y/o fallas que contengan, tanto en cantidad como en severidad, los resultados obtenidos encontraron diferentes tipo de fallas y con sus respectivos niveles de condición que varían entre leve, moderado y severo, distinguiéndolos de acuerdo a profundidad, área, longitud, etc. Los cuales concluyeron que las fallas en evaluación eran entre muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno”.

### **2.1.3 Antecedentes Regionales:**

- (*Velasco J., 2018*), en su investigación: “Propuesta de mejoramiento del camino vecinal Pacaipampa – Santa Rosa, progresiva 0+000 al 5+000, distrito de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, departamento de Piura” presentada en la Universidad Nacional de Piura, concluye que: “La propuesta para lograr el mejoramiento del camino vecinal entre los centros poblados de Pacaipampa, La Laguna, Papelillo, San Luis y Santa Rosa; recomienda: Que el material de la superficie sea afirmado con un espesor de 0.40m, una sub base de 0.20m y una base de 0.20m; desarrollar 187 curvas horizontales en un tramo de 5002.04m, con una velocidad de diseño no mayor a 20 Km/h, un ancho de calzada de 4m, ancho de berma de 0.50m, bombeo 3%, peralte máximo 5%, plazoletas de paso cada 500m. Tomar dos canteras la de San Luis 26 + 500 Km y la de Santa Rosa 12+ 610 km. Diseñar una cuneta triangular simétrica de tierra con un espejo de agua de 0.50m y una profundidad de 0.25m, una alcantarilla tipo 5 y un badén parabólico, los cuales serán equivalente para todo el tramo donde sean necesarios. Estructurar las medidas de prevención y/o mitigación en el marco del Plan de Manejo Ambiental, identificando y analizando los posibles impactos o alteraciones potenciales”.

- (*Yovera C., 2018*), en su investigación: “Análisis comparativo de los pavimentos flexible, rígido y articulado para la Av. Ignacia Schaeffer-distrito de Tambogrande – departamento de Piura”, presentada en la Universidad Nacional de Piura, concluye que: “Entre los resultados obtenidos podemos ver los espesores finales que nos muestra el cálculo de diseño de los pavimentos anteriormente mencionados, así como el costo de los mismos y el tiempo en que tardarían en construirse de decidirse por uno u otro. En conclusión, el pavimento rígido sería la mejor opción para emplear técnicamente y en lo económico debido al costo, aunque inicialmente sea más costoso a largo plazo el costo de mantenimiento es menor”.

## **2.2 Marco teórico:**

### **2.2.1 Pavimento:**

De acuerdo con (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*) nos dice que: “El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura.

**Capa de Rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.

**Base:** Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o será tratada con asfalto, cal o cemento.

**Subbase:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento.” (págs. 23-24).

### **2.2.2 Pavimento Flexible:**

#### **Método AASHTO 93**

De acuerdo con (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*) nos dice que: “Este procedimiento está basado en modelos que fueron aplicados en función de las características del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa

de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable Servicialidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto.

El Periodo de Diseño para emplear en el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad.

*Fórmula 1:*  
*Cálculo del Número Estructural Requerido*

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{3.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

*Nota: Obtenido de (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 152)*

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

*Fórmula 2:*  
*Cálculo de Número Estructural Escogido*

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

*Nota: Obtenido de (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 161)*

Donde:

a1, a2, a3 = coeficientes estructurales de las capas superficial, base y subbase, respectivamente.

d1, d2, d3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

m2, m3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única, es decir hay muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria.

El Ingeniero Proyectista, debe realizar un análisis de comportamiento de las alternativas de estructuras de pavimento seleccionadas, de tal manera que permita decidir por la alternativa que presente los mejores valores de niveles de servicio, funcionales y estructurales, menores a los admisibles, con relación al tránsito que debe soportar la calzada.” (págs. 147-208).

### 2.2.3 Pavimento Rígido:

#### Método AASHTO 93

De acuerdo con (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*) nos dice que: “El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño. Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado.

Fórmula 3:

Cálculo de espesor de la losa de concreto

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_D + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{18}}{(D + 25.4)^{4.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 k_f \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Nota: Obtenido de (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 261*)

Se determina la calidad del material como drenaje en función de sus dimensiones, granulometría, y características de permeabilidad.

Tabla 1:  
Condiciones de Drenaje.

Calidad de Drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no dreña	mucho más de 10 horas

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 270)

Si el material después de ser saturado con agua cumple con uno de los requisitos de la tabla N°1, se puede considerar como un drenaje excelente, bueno, regular, pobre o muy pobre.

Una vez caracterizado el material y su calidad de drenaje, se calcula el Cd correlacionándolo con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación, utilizando para ello la tabla N°2.

Tabla 2:  
Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd.

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 271)

En función a los parámetros requeridos por AASHTO y especificados en los cuadros anteriores, se han determinado los espesores de losa requeridos, para cada rango de tráfico expresado en ejes equivalentes (EE) y rango de tipo de suelos. Para determinar las secciones de estructuras de pavimento rígido, se consideraron como espesor mínimo de losa de concreto 150 mm y espesor de subbase granular 150 mm." (págs. 259-304).

#### **2.2.4 Tráfico Vial:**

Según el (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*) nos señala que: “La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el Ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.

En lo que corresponde a la sección de Suelos y Pavimentos, la necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico puede estimarse crecerá la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los Términos de Referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos.

Para cada uno de los tramos además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos. El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual, información que el MTC dispone y puede proporcionar de los registros continuos que obtiene actualmente en las estaciones existentes de peaje y de pesaje del propio MTC y de las correspondientes a los contratos de concesiones viales. La existencia de esta información es importante para construir una base de datos muy útil, como referencia regional que permitirá reducir los requerimientos de estudios y los costos que actualmente se tienen cuando se realizan estos estudios. Adicionalmente el uso de esta información oficial garantizará una mejor consistencia entre la información obtenida y utilizada para los diversos estudios.

La información directa requerida para los estudios del tráfico en principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, se conformará con muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guarda relación directa con el deterioro del pavimento. Contando con la referencia regional previamente descrita, en términos generales

será suficiente realizar las nuevas investigaciones puntuales por tramo en sólo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal. Uno de los días corresponde a un día laborable típico y el otro un sábado. Los términos de referencia del estudio deberán precisar si el caso amerita estudiar durante más días o en periodos climáticos distintos, dependiendo del conocimiento previo de la demanda que tenga la Autoridad Competente.

Simultáneamente se realizará un control mediante una muestra representativa aleatoria de pesos por eje de vehículos pesados, utilizando equipo portátil calibrado oficialmente que alcance un número superior al 30% de los vehículos pesados del día, cuidando de la calidad de la muestra para evitar cualquier sesgo particular que la invalide.” (págs. 73-74).

## **2.3 Marco conceptual:**

### **2.3.1 CBR (California Bearing Ratio):**

De acuerdo con (*Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018*), define este término como: “Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.” (pág. 7).

### **2.3.2 Índice Medio Diario Anual (IMDA):**

De acuerdo con (*Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018*), define este término como: “Volumen promedio del tránsito de vehículos en ambos sentidos de la carretera, durante 24 horas, de una muestra vehicular (conteo vehicular), para un periodo anual.” (pág. 14).

### **2.3.3 Pavimento Flexible:**

De acuerdo con: (*Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018*), define este término como: “Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.” (pág. 17).

### **2.3.4 Pavimento Rígido:**

De acuerdo con: (*Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018*), define este término como: “Constituido por cemento Portland como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo.” (pág. 17).

### 2.3.5 Transitabilidad:

De acuerdo con: (*Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018*), define este término como: “Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo”. (*pág. 22*).

## 2.4 Sistema de hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis

El pavimento flexible frente al pavimento rígido será el más recomendable para la viabilidad en el mejoramiento de transitabilidad en los accesos a los caseríos Yapato, Tajamar y Pampa de Loro – provincia de Sechura – departamento de Piura, debido al análisis comparativo de costos.

### 2.4.2 Variables e indicadores (Operacionalización de las variables)

#### 2.4.2.1 Variable Independiente

Pavimento Flexible y Pavimento Rígido.

#### 2.4.2.2 Variable Dependiente

Mejorar la transitabilidad.

#### 2.4.2.3 Operacionalización de las variables

Tabla 3:

Operacionalización de las variables independiente y dependiente.

Variables	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumentos de Investigación
Pavimento Flexible y Pavimento Rígido	- Suelo - Número estructural	- EAL - CBR - Nivel de Servicio - Espesor	Metodología AASHTO 93
Transitabilidad	- Servicialidad - Tráfico	- Viable / No viable - Periodo de diseño	Estadística

Nota: Elaboración Propia

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1 Tipo y nivel de investigación**

##### **3.1.1 De acuerdo con la orientación o finalidad:**

Investigación Aplicada

##### **3.1.2 De acuerdo con la técnica de contrastación:**

Investigación Correlacional

#### **3.2 Población y muestra de estudio**

##### **3.2.1 Población:**

- Carretera Panamericana Norte Sechura.

##### **3.2.2 Muestra:**

- Acceso a los caseríos Yapato, Tajamar y Pampa de Loro.

#### **3.3 Diseño de investigación**

Diseño de Investigación de Campo pues en este proyecto, vamos a recolectar datos basados en el mismo lugar de aplicación del proyecto.

#### **3.4 Técnicas e instrumentos de investigación:**

##### **3.4.1 Técnicas:**

Emplearemos para la recolección de datos en principio un conteo vehicular en puntos estratégicos de la carretera para obtener la información necesaria para el cálculo de los ejes equivalentes que predominan en el tramo estudiado.

Otra técnica que emplearemos será la realización de ensayos de mecánica de suelos en diferentes puntos de la vía estudiada para analizar y clasificar las condiciones del terreno para un adecuado cálculo de capa de rodadura.

Recolectaremos datos bibliográficos para obtener información para el análisis comparativo del diseño entre ambos pavimentos.

Buscaremos en el mercado costos y presupuestos para llegar a la conclusión del análisis comparativo de costos.

### 3.4.2 Instrumentos:

- Formatos de conteo aprobados por el manual de pavimentos vigente.
- Ensayos correspondientes de suelos para su clasificación y obtención de propiedades mecánicas del suelo, realizados en un laboratorio.

### 3.5 Procesamiento y análisis de datos:

- Los datos obtenidos serán procesados utilizando el programa Excel, ya que son datos estadísticos, los cuales serán analizados y estudiados para llegar a una conclusión coherente y beneficiosa para el proyecto en estudio.

- Programas de Microsoft Office para el procesar y analizar los datos recopilados.

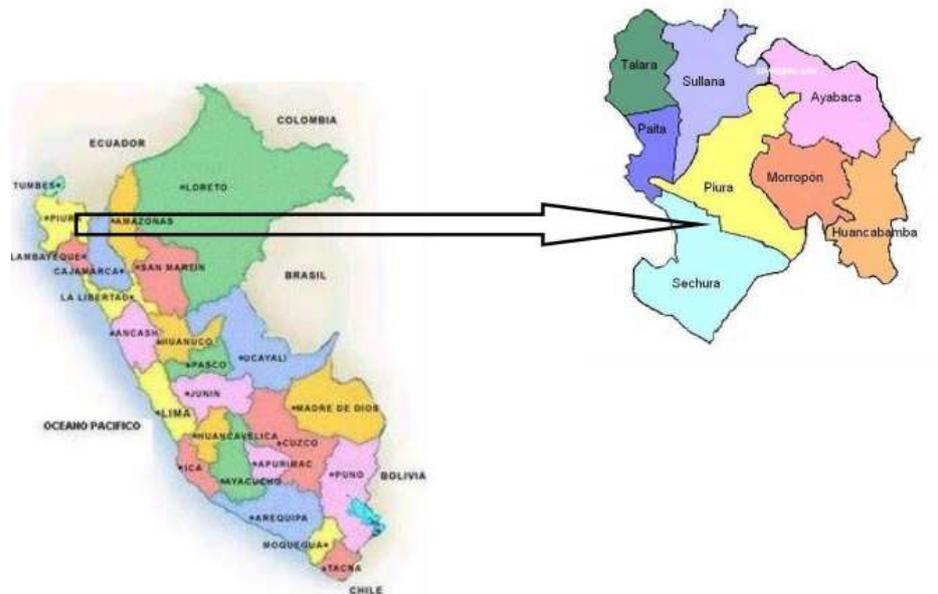
- Programa AutoCAD para la elaboración de planos y ubicación del proyecto.

- Programa S10 para hacer el análisis comparativo de costos.

### 3.5.1 Generalidades

#### 3.5.1.1 Ubicación Departamental

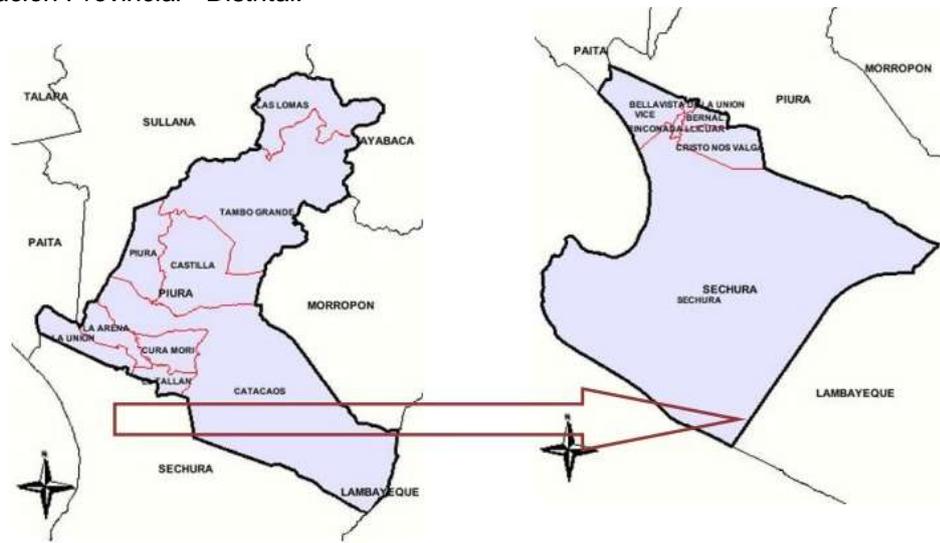
Gráfico 1:  
Ubicación Nacional - Regional.



Nota: Elaboración Propia

### 3.5.1.2 Ubicación Provincial

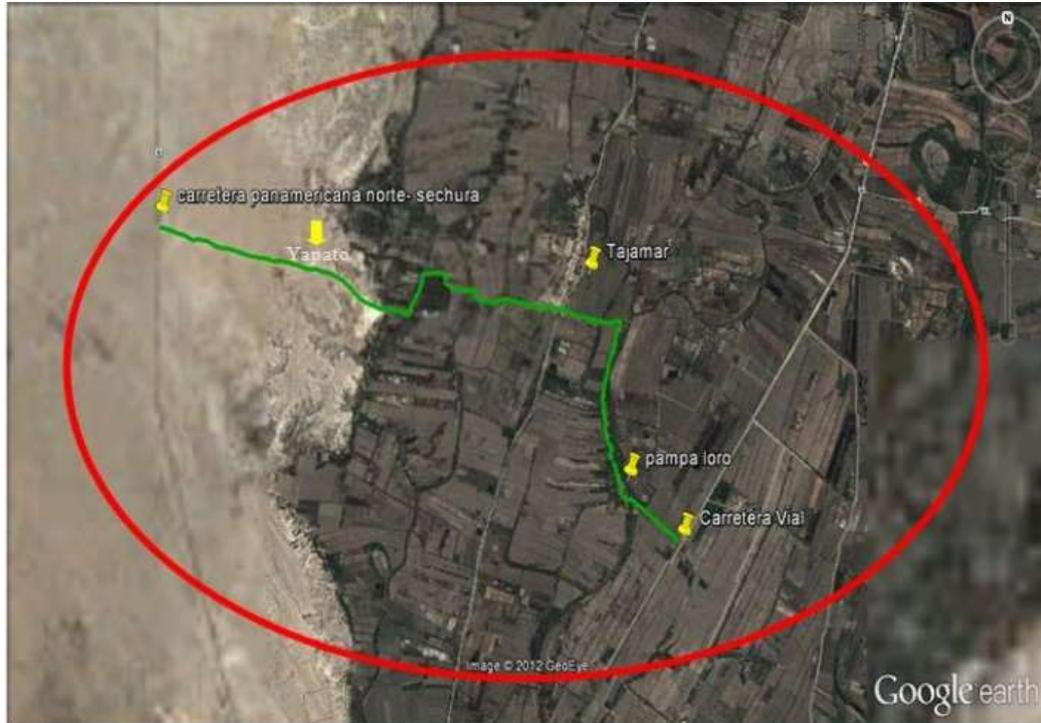
Gráfico 2:  
Ubicación Provincial - Distrital.



Nota: Elaboración Propia

### 3.5.1.3 Croquis de ubicación del estudio

Gráfico 3:  
Ubicación del tramo en estudio



Nota: Elaboración Propia

### 3.5.2 Determinación del estudio de tráfico

El conocimiento de la demanda de tráfico es un factor primordial que el profesional necesita determinar con exactitud para poder proyectar y diseñar de forma elocuente diferentes aspectos de la vialidad, por ejemplo, el diseño geométrico de la carretera, el diseño estructural del pavimento y los volúmenes de tráfico ya que se puede estimar cuanto incrementará la proyección de tráfico que afectará a la estructura de la vía entre el periodo del análisis.

#### 3.5.2.1 Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA):

Para poder calcular el IMDA necesitamos los índices de variación mensual, este dato nos proporciona el MTC de los datos que recopila periódicamente en las estaciones de peaje, en el presente proyecto se calculó el IMDA del mes de octubre, mes en el que se desarrolló el análisis vehicular de la vía estudiada. El volumen de tráfico del mes de octubre lo obtuvimos sacando un promedio del volumen de 3 días hábiles de la semana (martes, miércoles, jueves) y 2 días de fin de semana (sábado, domingo) de 7:00 am hasta 10:00 pm por tema de la pandemia y las restricciones del gobierno. El IMDA se obtendrá con la formula brindada en el Manual de Carreteras y es la siguiente:

*Fórmula 4:  
Cálculo del IMDA.*

$$IMDA = IMDS \times FCE$$

*Nota: Obtenida de (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013)*

Dónde:

**IMDA** = Índice Medio Diario Anual.

**IMDS** = Índice Medio Diario Semanal.

**FCE** = Factor de corrección estacional para el Mes de octubre.

**VM, VMi, VJ** = Volumen de tráfico de días hábiles.

**Vs, VD** = Volumen de fin de semana.

El Índice Medio diario semanal lo obtendremos con la siguiente fórmula:

Fórmula 5:  
Cálculo del IMDS.

$$IMDS = \frac{\left(\frac{VM + VMi + VJ}{3}\right) * 5 + \frac{VS + VD}{2}}{7}$$

Nota: Obtenida de (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013)

### 3.5.2.2 Factor de corrección estacional

El volumen de tráfico y los cambios horarios y diarios variarán según las estaciones meteorológicas a lo largo del año, por lo que es necesario corregir estas fluctuaciones de tráfico. Para ampliar la muestra obtenida se utilizó el factor de corrección estacional FCE.

La vía en estudio se encuentra ubicada en dirección a la ciudad de Sechura lo cual no cuenta con una unidad de peaje existente, por lo que después de un análisis hemos optado por ir al peaje más cercano que es el peaje de Bayóvar. Los valores obtenidos de Factores de Corrección Estacional son: FCE para motos lineales y moto taxis 1, FCE para vehículos ligeros 1.12 y FCE para vehículos pesados 1.043.

Tabla 4:  
Factores de Corrección Estacional (FCE).

Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2010 - 2019)		Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2010 - 2019)	
Mes	F.C.E	Mes	F.C.E
Enero	0.964474	Enero	0.976484
Febrero	0.944424	Febrero	0.956434
Marzo	0.924443	Marzo	0.936453
Abril	0.941112	Abril	0.953122
Mayo	0.982212	Mayo	0.994222
Junio	1.000125	Junio	1.012135
Julio	0.982224	Julio	0.994234
Agosto	1.081234	Agosto	1.093244
Setiembre	1.094123	Setiembre	1.106133
<b>Octubre</b>	<b>1.122224</b>	<b>Octubre</b>	<b>1.043124</b>
Noviembre	1.091111	Noviembre	0.985412
Diciembre	1.211111	Diciembre	0.999984

Nota: Elaboración Propia.

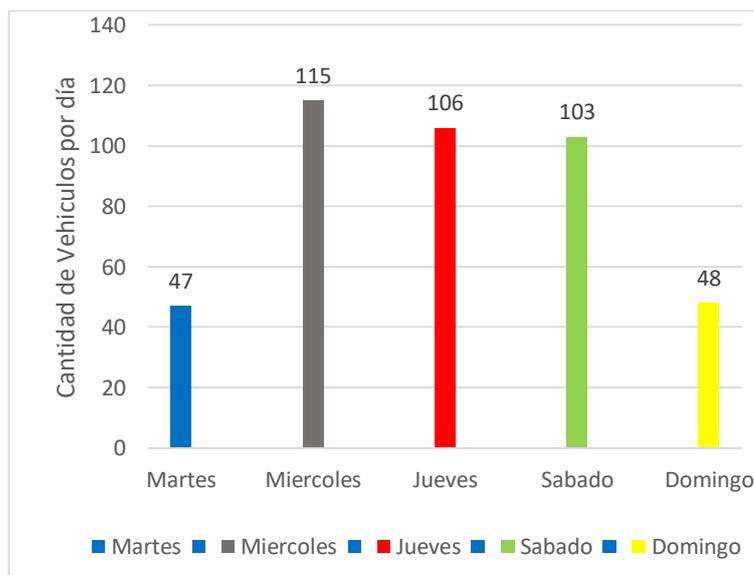
Tabla 5:  
Variaciones de Tráfico y cálculo de IMDA.

Día	Moto lineal	Moto taxi	Auto	Camioneta Pickup	Camioneta rural	B2 Pesados	C2 Livianos	C2 Pesados	C3 Livianos
IMDS M, Mi, J	135	144	69	29	49	2	7	5	10
IMDS S, D	53	45	15	13	13	0	0	4	8
IMDS Total	27	27	12	6	9	1	1	2	3
Total	29	29	13	7	10	2	2	3	4
FCE	1	1	1.12	1.12	1.043	1.043	1.043	1.043	1.043
IMDA	29	29	14.56	7.84	10.43	2.086	2.086	3.129	4.172
<b>Total, IMDA</b>	<b>102.303</b>								

Nota: Elaboración Propia.

Las variaciones diarias, las cuales las podemos apreciar en el gráfico N°4, son marcadas en los martes y miércoles para luego mantenerse constante hasta el domingo, siendo este el día libre de los agricultores.

Gráfico 4:  
Cantidad de vehículos por día.



Nota: Elaboración Propia

### 3.5.2.3 Resultados del Índice Medio Diario Anual (IMDA):

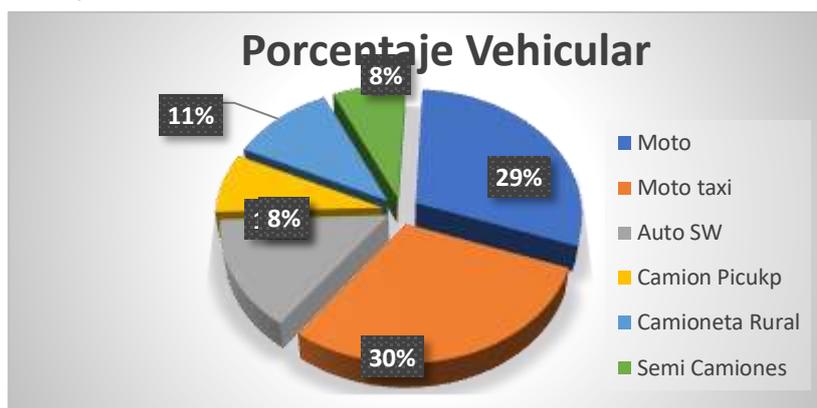
El IMDA de la vía en estudio es de 102 vehículos, de los cuales el 30% de moto taxis (vehículos de 3 ruedas muy comunes en la localidad), 29% de moto lineales (vehículos automotores de 2 ruedas), 11% de camionetas rurales (vehículos automotores de 4 ruedas de 4 asientos sin contabilizar el lugar del conductor), 8% de autos (vehículos automotores de 4 ruedas y de 4 asientos sin contabilizar el lugar del conductor), 8% de semi camiones (vehículos de 6 llantas o más destinadas para la movilización de mercadería con peso de más de 3.5 toneladas hasta 12 toneladas).

Tabla 6:  
Resultado del Índice medio diario anual.

Tipo de Vehículo	FCE	IMDS	IMDA	Distribución%
Moto lineal	1	27	29	28.35%
Moto taxi	1	29	29	28.35%
Auto SW	1.12	13	14.56	14.23%
Camioneta Pickup	1.12	7	7.84	7.66%
Camioneta rural	1.12	10	10.43	10.20%
Semi camiones	1.043	11	11.473	11.21%
<b>TOTAL</b>		97	<b>102.303</b>	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 5:  
Distribución porcentual del IMDA.



Nota: Elaboración Propia

### 3.5.2.4 Proyección de tráfico

El incremento de tráfico normal cumple un papel fundamental para el cálculo estructural del pavimento, por lo cual obtuvimos las tasas de crecimiento pertenecientes al IMDA de la clasificación de vehículo del año base (2019).

- **Metodología**

Encontramos dos métodos de desarrollo que podemos utilizar para poder estimar el tráfico futuro en vías con las mismas características y/o similares a la vía estudiada.

- ✓ El primer método consiste en recopilar información de años anteriores con respecto a los IMDA de la vía en estudio.
- ✓ El segundo método consiste en utilizar indicadores macroeconómicos, que los podemos encontrar en la tasa de crecimiento u otros parámetros que se relacionen y que puedan ayudarnos a estimar las tasas de crecimiento del tráfico.

Lo anteriormente mencionado, lo presentamos en la tabla N°7 calculando las tasas de crecimiento a emplear en la vía estudiada.

Tabla 7:  
Tasa de crecimiento provincial de Sechura.

Población Provincial de Sechura	
Censo 2007	62,319 habitantes
Censo 2017	79,177 habitantes
<b>Tasa de crecimiento</b>	<b>2.40%</b>

Nota: Proporcionado por (INEI, 2017)

Para la estimación del tráfico futuro se considera la tasa de crecimiento de la población provincial de Sechura: 2.40%.

Para la proyección de tráfico de vehículos pesados se ha optado por los datos base de las tasas de aumento de la actividad económica, producto bruto interno de la región Piura para proyectar la demanda de tráfico hasta 20 años.

*Tabla 8:  
Tasa de crecimiento de la actividad económica, PBI.*

<b>Años</b>	<b>TAC PBI</b>
2008	7.3
2009	3.1
2010	7.9
2011	8.3
2012	4.3
2013	4.0
2014	5.8
2015	0.6
2016	0.3
2017	-1.9
2018	6.6
<b>Promedio</b>	<b>4.2</b>

*Nota: Proporcionada por (INEI, 2017)*

### **3.5.2.5 Proyección de tráfico contractual**

Los posibles cambios del volumen de tráfico futuro (20 años) lo determinaremos mediante una proyección de tránsito de vehículos, teniendo en consideración la tasa de crecimiento promedio para vehículos (2.40%) y la tasa de crecimiento anual, la cual representa el incremento porcentual de la actividad económica productiva del PBI de la región de Piura en el periodo 2008 – 2018 (4.2%) que será empleado para vehículos pesados. Presentamos en la tabla N°9 la proyección del tráfico de la vía estudiada.

Tabla 9:  
Proyección del tráfico contractual.

Tipo de Vehículo	Tasa de Crec %	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
<b>Moto</b>	<b>2.40%</b>	29	29	30	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	42	43	44	46
<b>Moto Taxi</b>	<b>2.40%</b>	29	29	30	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	42	43	44	46
<b>Auto SW</b>	<b>2.40%</b>	15	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33	35
<b>Camioneta Pickup</b>	<b>2.40%</b>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>Camioneta Rural</b>	<b>2.40%</b>	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<b>TOTAL</b>		<b>91</b>	<b>91</b>	<b>94</b>	<b>96</b>	<b>100</b>	<b>104</b>	<b>108</b>	<b>110</b>	<b>114</b>	<b>118</b>	<b>122</b>	<b>126</b>	<b>130</b>	<b>134</b>	<b>136</b>	<b>140</b>	<b>144</b>	<b>148</b>	<b>152</b>	<b>157</b>	<b>164</b>
<b>B2 Pesado</b>	<b>4.20%</b>	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5
<b>C2 Liviano</b>	<b>4.20%</b>	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5
<b>C2 Pesado</b>	<b>4.20%</b>	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7
<b>C3 Livianos</b>	<b>4.20%</b>	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9
<b>TOTAL</b>		<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>26</b>

Nota: Elaboración Propia

### 3.5.2.6 Factor de crecimiento

Para calcular el crecimiento de volumen de tráfico, utilizaremos una fórmula para los componentes del tránsito de vehículos livianos y para los componentes de vehículos pesados:

Fórmula 6:  
Cálculo del Factor de Crecimiento.

$$\text{Factor de crecimiento} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Nota: Obtenida de (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013)

Dónde:

r = Tasa anual de crecimiento = 4.42%

n = Periodo de diseño = 20 años

Entonces tenemos:

$$\text{Factor de crecimiento} = \frac{(1 + 0.042)^{20} - 1}{0.042} = 30.40$$

### 3.5.2.7 Factor camión

El factor camión o factor de vehículo pesado (FVP) lo podemos obtener utilizando la formula brindada por el Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos":

- **Pavimento Flexible:**

Tabla 10:  
Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>6.2tn</sub> )
Eje simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [P/6.6] <sup>4.0</sup>
Eje simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [P/8.2] <sup>4.0</sup>
Eje tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [P/14.8] <sup>4.0</sup>
Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [P/15.1] <sup>4.0</sup>
Ejes Trídem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [P/20.7] <sup>3.9</sup>
Ejes Trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [P/21.8] <sup>3.9</sup>
P= peso real por eje en toneladas	

Nota: Elaboración propia en base a correlación con los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO.

- ✓ **Factor de vehículo pesado C2**

Tabla 11:  
Resultado de Factor Camión C2.

Configuración vehicular	Descripción gráfica del vehículo		Longitud Máxima (m)
C2			12.3
	EE <sub>S1</sub> = [P/6.6] <sup>4.0</sup>	EE <sub>S2</sub> = [P/8.2] <sup>4.0</sup>	
<b>EJES</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	
Carga según censo de carga (ton)	7	10	
Tipo de eje	Eje simple	Eje simple	<b>Total, de Factor Camión C2</b>
Tipo de rueda	Rueda simple	Rueda doble	
Peso	7	10	
Factor E.E.	1.265	2.212	

Nota: Elaboración Propia.

✓ **Factor de vehículo pesado C3**

Tabla 12:  
Resultado de Factor Camión C3.

Configuración vehicular	Descripción gráfica del vehículo			Longitud Máxima (m)
C3				13.2
	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$		$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$	
<b>EJES</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	
Carga según censo de carga (ton)	7	8	8	
Tipo de eje	Eje simple	Eje Tándem		<b>Total, de Factor Camión C2</b> <b>2.526</b>
Tipo de rueda	Rueda simple	Ejes Rueda doble		
Peso	7	16		
Factor E.E.	1.265	1.261		

Nota: Elaboración Propia

• **Pavimento Rígido:**

Tabla 13:  
Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{6.2tn}$ )
Eje simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.1}$
Eje simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.1}$
Eje tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [P/13.0]^{4.1}$
Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [P/13.3]^{4.1}$
Ejes Trídem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [P/16.6]^{4.0}$
Ejes Trídem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [P/17.5]^{4.0}$
P= peso real por eje en toneladas	

Nota: Elaboración propia en base a correlación con los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO.

✓ **Factor de vehículo pesado C2**

Tabla 14:  
Resultado de Factor Camión C2.

Configuración vehicular	Descripción gráfica del vehículo		Longitud Máxima (m)
C2			12.3
	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.1}$	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.1}$	
<b>EJES</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	
Carga según censo de carga (ton)	7	10	
Tipo de eje	Eje simple	Eje simple	<b>Total, de Factor Camión C2</b>
Tipo de rueda	Rueda simple	Rueda doble	
Peso	7	10	
Factor E.E.	1.273	2.256	
			<b>3.529</b>

Nota: Elaboración Propia

✓ **Factor de vehículo pesado C3**

Tabla 15:  
Resultado de Factor Camión C3.

Configuración vehicular	Descripción gráfica del vehículo			Longitud Máxima (m)
C3				13.2
	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.1}$	$EE_{TA2} = [P/13.3]^{4.1}$		
<b>EJES</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	
Carga según censo de carga (ton)	7	8	8	
Tipo de eje	Eje simple	Eje Tándem		<b>Total, de Factor Camión C2</b>
Tipo de rueda	Rueda simple	Ejes Rueda doble		
Peso	7	16		
Factor E.E.	1.273	2.134		
				<b>3.406</b>

Nota: Elaboración Propia

### 3.5.3 Estudio de Suelos

#### 3.5.3.1 Caracterización de la subrasante

Para obtener la información necesaria de la subrasante, se realizó en todo el ancho de la calzada la excavación de calicatas, realizadas a 1.5 metros de profundidad.

#### 3.5.3.2 Registro de excavación

De acuerdo con (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos.*) nos dice que: “durante la investigación de campo se debe tener un registro especificando los espesores de cada estrato del subsuelo. Además, se deberá extraer muestras relevantes de la subrasante para poder realizar los ensayos de CBR, cuya cantidad de ensayos lo especifica dicho manual para cada tipo de carretera.”

Tabla 16:  
Número de Ensayos Mr y CBR.

Tipo de Carretera	Nº Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li><li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li><li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li></ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li><li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li><li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li></ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cada 1 km se realizará un CBR</li></ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li></ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li></ul>
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li></ul>

Nota: Proporcionada por (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos.*, pág. 33)

### 3.5.3.3 Resultado del Estudio de Suelos

De la base en los resultados de suelo obtenidas de las calicatas, realizamos ensayos estándar y ensayos propios según lo indica en la tabla N°17, para identificar el tipo de suelo y determinar sus características físicas y mecánicas y las características de capacidad de soporte.

Tabla 17:  
Norma de los Ensayos realizados.

<b>Ensayos Estándar</b>	<b>Norma</b>
Análisis Granulométrico por tamizado	ASTM D-422, MTC E-107
Límite líquido	ASTM D-4318, MTC E-110
Límite plástico	ASTM D-4318, MTC E-111
Contenido de humedad	ASTM D-2216, MTC E-108
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	AASHTO M-145
<b>Ensayos Especiales</b>	<b>Norma</b>
California <u>Bearing Ratio</u> (CBR)	ASTM D-1883, MTC E-132
Proctor Modificado	ASTM D-1557, MTC E-115

*Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 44)*

En la tabla N°18, presentamos el resultado del análisis de los ensayos tanto estándares como particulares de las muestras que obtuvimos mediante la realización de las calicatas en la vía en estudio.

Tabla 18:  
Resultados de los ensayos estándar.

Calicata	km	Muestra	Profundidad (m)	Tamices																	Clasificación		< N° 200	Limite Líquido	Limite Plástico	IP Malla N°40	Contenido de Humedad %					
				3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	#4	#8	#10	#16	#20	#30	#40	#50	#80	#100						#200	SUCS	AASHTO		
C-01	00+010	Subrasante	1.50	100	100	100	100	100	100	99.5	99.5	97.5	96.1	96.1	87.5	83.7	80.5	75.6	71.4	66.1	66.1	52.7	43.8	SM-SC	A-4(2)	61.1	30.94	25.39	5.55	24.60%		
C-02	01+210	Subrasante	1.50	100	100	100	100	100	97.1	96.5	96.5	93.4	90.9	90.9	77.9	77.9	64.2	64.2	51.2	47.2	47.2	40.2	33.1	SM-SC	A-2-4(0)	33.1	37.27	32.64	4.63	20.04%		
C-03	02+300	Subrasante	1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	98.8	97.8	97.8	78.4	78.4	57.5	57.5	39.3	33.6	33.6	24.7	18.1	SM	A-2-4	18.1	35.05	31.89	3.16	23.73%		
C-04	03+320	Subrasante	1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	99.6	99.6	99.6	99.5	99.5	99.5	99.5	98.3	96.8	96.8	70.5	10.2	SP-SM	A-2-4(0)	10.2	NP	NP	NP	2.89%		
C-05	04+350	Subrasante	1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84.8	84.8	79.26	79.26	77.66	76.12	74.46	71.76	71.76	55.16	27.58	SM	A-2-4	27.58	NP	NP	NP	17.62%
C-06	05+900	Subrasante	1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	99.1	98.7	98.7	97.7	97.7	96.9	96.9	94.6	92.4	92.4	45.9	5.7	SP-SM	A-3(0)	5.7	27.6	25.54	2.06	0.93%		

Nota: Elaboración Propia

De acuerdo con la tabla N°16, nos dice que debemos realizar 1 ensayo CBR como mínimo cada 3 km. Decidimos realizar 3 ensayos de CBR, uno al inicio, otro al medio del tramo en estudio y el último al final del tramo.

Según el (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*), nos dice que: “en los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo, como se da en el tramo estudiado, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante en función al siguiente criterio:

- Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.”

Tabla 19:  
Resultado de Ensayos Especiales.

N°	Calicata	Progresiva	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación		Proctor		% CBR Laboratorio (0.1")	%CBR Promedio	% Expansión Lineal		
					SUCS	AASHTO	MDS	%W	100 % mds		56 golpes	25 golpes	12 golpes
					1	C-01	00+010	Subrasante	1.50		SM-SC	A-4(2)	1.72
2	C-03	02+300	Subrasante	1.50	SM	A-2-4	1.67	14.19	37.94%	NP	NP	NP	
3	C-06	05+900	Subrasante	1.50	SP-SM	A-3(0)	1.727	9.27	35.06%	NP	NP	NP	

Nota: Elaboración Propia

### 3.5.3.4 Clasificación del suelo

La clasificación del suelo, la obtuvimos mediante los ensayos realizados, teniendo como resultado la tabla N°20.

Tabla 20:  
Clasificación SUCS.

Tipo	Descripción	%
GW	Gravas bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos	0%
GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos	0%
GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-arcilla	0%
GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla	0%
SC	Arenas con finos componentes limoso y arcilloso	0%
CL	Arcillas de baja plasticidad	0%
SM	Arena limosa con finos pasante del tamiz N°200	33.33%
SM-SC	Arena limosa arcillosa con muchos o pocos finos	33.33%
SP-SM	Arena limosa pobremente graduada con pocos o muchos finos	33.33%

Nota: Elaboración Propia

### 3.5.3.5 Capacidad de soporte

La razón de soporte de los suelos (CBR) en nuestro tramo estudiado nos da un resultado promedio de 28.17%, clasificándolo según la tabla N°21 como S<sub>4</sub>: Subrasante Muy Buena.

Tabla 21:  
Categorías de Subrasante.

Categorías de Subrasante	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 40)

### 3.5.4 Diseño del Pavimento Flexible

- Emplearemos el Método AASHTO 93 para el diseño.

#### 3.5.4.1 Periodo de diseño

Para nuestro tramo estudiado, hemos considerado utilizar un periodo de diseño de 20 años.

#### 3.5.4.2 Cálculo del ESAL de diseño

Sabemos que el ESAL es equivalente a la carga acumulada de un solo eje simple de 18000 lb (80 kn), lo que ocurrirá durante la fase de diseño del pavimento flexible. Hallaremos el ESAL de diseño para el tramo en estudio.

Tabla 22:  
Cálculo de ESAL.

Factor Daño	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	3.477	0.017	0.422	0.048		
Año	Moto lineal	Mototaxi	Auto	Camioneta Pichup	Camioneta rural	BUS		CAMION		ESSAL POR AÑO	ESSAL ACUMULADO
						B2 Pesados Carg.	C2 Livianos	C2 Pesados Carg.	C3 Livianos		
2020	6.87E+00	6.87E+00	3.08E+00	1.66E+00	2.37E+00	1.27E+03	6.23E+00	2.31E+02	3.48E+01	1.56E+03	1.56E+03
2021	6.87E+00	6.87E+00	3.08E+00	1.66E+00	2.37E+00	1.27E+03	6.23E+00	2.31E+02	3.48E+01	1.56E+03	3.12E+03
2022	7.11E+00	7.11E+00	3.08E+00	1.66E+00	2.37E+00	1.27E+03	6.23E+00	2.31E+02	3.48E+01	1.56E+03	4.69E+03
2023	7.11E+00	7.11E+00	3.32E+00	1.66E+00	2.37E+00	1.27E+03	6.23E+00	2.31E+02	3.48E+01	1.56E+03	6.25E+03
2024	7.35E+00	7.35E+00	3.32E+00	1.90E+00	2.61E+00	1.27E+03	6.23E+00	2.31E+02	4.34E+01	1.57E+03	7.82E+03
2025	7.58E+00	7.58E+00	3.32E+00	1.90E+00	2.61E+00	1.27E+03	6.23E+00	3.08E+02	4.34E+01	1.65E+03	9.47E+03
2026	7.82E+00	7.82E+00	3.55E+00	1.90E+00	2.61E+00	1.27E+03	6.23E+00	3.08E+02	4.34E+01	1.65E+03	1.11E+04
2027	7.82E+00	7.82E+00	3.55E+00	1.90E+00	2.84E+00	1.90E+03	9.35E+00	3.08E+02	4.34E+01	2.29E+03	1.34E+04
2028	8.06E+00	8.06E+00	3.55E+00	1.90E+00	2.84E+00	1.90E+03	9.35E+00	3.08E+02	4.34E+01	2.29E+03	1.57E+04
2029	8.29E+00	8.29E+00	3.79E+00	1.90E+00	2.84E+00	1.90E+03	9.35E+00	3.08E+02	5.21E+01	2.30E+03	1.80E+04
2030	8.53E+00	8.53E+00	3.79E+00	2.13E+00	2.84E+00	1.90E+03	9.35E+00	3.08E+02	5.21E+01	2.30E+03	2.03E+04
2031	8.77E+00	8.77E+00	3.79E+00	2.13E+00	3.08E+00	1.90E+03	9.35E+00	3.85E+02	5.21E+01	2.38E+03	2.27E+04
2032	9.01E+00	9.01E+00	4.03E+00	2.13E+00	3.08E+00	1.90E+03	9.35E+00	3.85E+02	5.21E+01	2.38E+03	2.50E+04
2033	9.24E+00	9.24E+00	4.03E+00	2.13E+00	3.08E+00	1.90E+03	9.35E+00	3.85E+02	6.08E+01	2.39E+03	2.74E+04
2034	9.24E+00	9.24E+00	4.27E+00	2.37E+00	3.32E+00	1.90E+03	9.35E+00	3.85E+02	6.08E+01	2.39E+03	2.98E+04
2035	9.48E+00	9.48E+00	4.27E+00	2.37E+00	3.32E+00	2.54E+03	1.25E+01	3.85E+02	6.08E+01	3.03E+03	3.28E+04
2036	9.72E+00	9.72E+00	4.50E+00	2.37E+00	3.32E+00	2.54E+03	1.25E+01	4.62E+02	6.08E+01	3.10E+03	3.59E+04
2037	9.95E+00	9.95E+00	4.50E+00	2.37E+00	3.55E+00	2.54E+03	1.25E+01	4.62E+02	6.95E+01	3.11E+03	3.91E+04
2038	1.02E+01	1.02E+01	4.50E+00	2.37E+00	3.55E+00	2.54E+03	1.25E+01	4.62E+02	6.95E+01	3.11E+03	4.22E+04
2039	1.04E+01	1.04E+01	4.74E+00	2.61E+00	3.55E+00	2.54E+03	1.25E+01	4.62E+02	6.95E+01	3.11E+03	4.53E+04
<b>2040</b>	<b>1.09E+01</b>	<b>1.09E+01</b>	<b>4.74E+00</b>	<b>2.61E+00</b>	<b>3.79E+00</b>	<b>2.54E+03</b>	<b>1.25E+01</b>	<b>5.39E+02</b>	<b>7.82E+01</b>	<b>3.20E+03</b>	<b>4.85E+04</b>

Nota: Elaboración Propia

Periodo de 0 a 20 años

$$W_{18} = 48500$$

### 3.5.4.3 Módulo de Resiliencia (Mr)

La ecuación del Módulo de Resiliencia (Mr) está relacionada con el CBR, siendo una medición de la rigidez del suelo de la subrasante.

Fórmula 7:  
Módulo de Resiliencia.

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Nota: Obtenida de (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 153)

Reemplazando en la fórmula N°7 tenemos:

$$Mr(psi) = 2555 \times 28.17^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 21639.86 = 21640$$

### 3.5.4.4 Confiabilidad (%R)

La Confiabilidad (%R) es una probabilidad, que está dada en función de la variación de los factores que afectan la estructura del pavimento y su comportamiento.

Sabemos que la confiabilidad es directamente proporcional al espesor del pavimento, por lo tanto, si aumenta el nivel de confiabilidad, también aumentará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

De acuerdo con el manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos en la tabla N°23 muestra los valores recomendados de Nivel de Confiabilidad, teniendo un tráfico  $T_{P0}$ .

Tabla 23:  
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola tapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	<b>TP0</b>	<b>100,000</b>	<b>150,000</b>	<b>65%</b>
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15	>30'000,000		95%

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 154)

$$R = 65\%$$

### 3.5.4.5 Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

De acuerdo con el (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013), nos dice que: “el Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal representa el valor de confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos en una distribución normal.” (pág. 155)

En la Tabla N°24 encontramos el valor de Zr para nuestro diseño para nuestro tráfico TP0.

Tabla 24:  
 Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ ) para una sola etapa de diseño  
 (10 o 20 años) según el Nivel de confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_r$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P0}$	100,001	150,000	-0.385
	$T_{P1}$	150,001	300,000	-0.524
	$T_{P2}$	300,001	500,000	-0.674
	$T_{P3}$	500,001	750,000	-0.842
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	$T_{P5}$	1,000,001	1,500,000	-1.036
	$T_{P6}$	1,500,001	3,000,000	-1.036
	$T_{P7}$	3,000,001	5,000,000	-1.036
	$T_{P8}$	5,000,001	7,500,000	-1.282
	$T_{P9}$	7,500,001	10'000,000	-1.282
	$T_{P10}$	10'000,001	12'500,000	-1.282
	$T_{P11}$	12'500,001	15'000,000	-1.282
	$T_{P12}$	15'000,001	20'000,000	-1.645
	$T_{P13}$	20'000,001	25'000,000	-1.645
	$T_{P14}$	25'000,001	30'000,000	-1.645
	$T_{P15}$	>30'000,000		-1.645

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 156)

$$Z_r = -0.385$$

### 3.5.4.6 Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ )

Según el (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013), nos dice que: “la Desviación Estándar Combinada es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento.

La Guía AASHTO nos recomienda usar un valor de  $S_o$  comprendidos entre 0.40 y 0.50 para un pavimento flexible.” (págs. 157-158)

Por lo tanto, adoptamos el valor promedio como base para el estudio.

$$S_o = 0.45$$

### 3.5.4.7 Índice de Servicialidad Presente (PSI)

Según el (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*), afirma que: “el Índice de Servicialidad Presente (PSI) es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor.” (pág. 158)

#### 3.5.4.7.1 Servicialidad Inicial (Pi)

Una vía recientemente construida, presenta una condición que la conocemos como Servicialidad Inicial (Pi).

El rango de tráfico utilizado para seleccionar los valores anteriormente escogidos fue  $T_{P0}$ , pero en este punto no encontramos ese rango por lo que optamos por escoger el menor rango que en este caso es  $T_{P1}$ , encontrado en la Tabla N°25.

Tabla 25:  
Índice de Servicialidad Inicial (Pi) según rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	3.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	3.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	3.80
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.00
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.00
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.00
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.00
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.00
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.00
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.00
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.20
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.20
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.20
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	4.20

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 158)

$$P_i = 3.80$$

### 3.5.4.7.2 Servicialidad Final (Pt)

Una vía cuando ha alcanzado la necesidad de alguna reconstrucción o rehabilitación por su alto deterioro tiene una condición que la conocemos como Servicialidad Final (Pt).

En la tabla N°26 encontramos el valor utilizado para la Servicialidad Final (Pt).

Tabla 26:  
Índice de Servicialidad Final (Pt) según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	2.00
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	2.00
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	2.00
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	2.50
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	2.50
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	2.50
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	2.50
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	2.50
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	2.50
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	2.50
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	3.00
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	3.00
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	3.00
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		3.00

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 159)

$$Pt = 2.00$$

### 3.5.4.7.3 Variación de Servicialidad ( $\Delta PSI$ )

De acuerdo con (Ministerio de Trasportes y Comunicaciones, 2013) nos dice que: “La Variación de Servicialidad ( $\Delta PSI$ ) es la diferencia entre la Servicialidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.” (pág. 160)

$$\Delta PSI = Pi - Pt$$

$$\Delta PSI = 3.80 - 2.00$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

Esta Variación de Servicialidad ( $\Delta$ PSI) la podemos calcular de manera manual o tomar de la tabla N°27 que nos da el mismo resultado.

Tabla 27:  
Diferencial de Servicialidad ( $\Delta$ PSI) según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	1.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	1.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	1.80
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	1.50
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	1.50
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	1.50
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	1.50
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	1.50
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	1.50
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	1.50
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	1.20
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	1.20
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	1.20
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	1.20

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 160)

### 3.5.4.8 Cálculo del Número Estructural (SN)

Con la fórmula N°1, extraída de la Guía AASHTO 93, despejaremos el Número Estructural (SN), para lo cual, tenemos los siguientes datos:

W18	= Número Acumulado de Ejes Equivalentes	=48500
R	= Confiabilidad	= 65%
Zr	= Desviación Estándar Normal	= -0.385
So	= Desviación Estándar Combinada	= 0.45
Mr	= Módulo de Resiliencia	= 24640
$\Delta$ PSI	= Variación de Servicialidad	= 1.80

Entonces, reemplazando los datos obtenidos en la fórmula N°1, nos da como resultado:

Etapa (0 – 20 años)

**SN = 1.13**

### 3.5.4.10 Número Estructura Requerido (SNR)

Según el (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*) nos dice que: “los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo construirán, o sea la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la fórmula N°2.

Según AASHTO, la ecuación SN no tiene una solución única, es decir, existen muchas combinaciones de espesores de cada capa, que pueden brindar una solución satisfactoria.” (*pág. 161*)

La tabla N°28 enumera lo valores de estos coeficientes estructurales.

Tabla 28:  
Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento  $a_i$ .

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL $a_i$ (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2.965 MPa (430.000 PSI) a 20 oC (68 oF)	$a_1$	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	$a_1$	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	$a_1$	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	$a_1$	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	$a_{2a}$	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2b}$	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2c}$	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>SUBBASE</b>			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 162)

$$a_1 = 0.170 \text{ cm}$$

$$a_2 = 0.052 \text{ cm}$$

$$a_3 = 0.047 \text{ cm}$$

### 3.5.4.11 Coeficiente de Drenaje

Según el (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*), nos dice que: “la ecuación SN de AASHTO, también requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares de base y subbase. Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento.” (pág. 163)

La tabla N°29 muestra la calidad y tiempo de drenaje, según nuestros estándares, nuestra calidad de drenaje es Bueno.

Tabla 29:  
Calidad del drenaje.

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Nota: Proporcionada por (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 163*)

La tabla N°30 muestra el valor de coeficiente de drenaje  $m_i$  de acuerdo a la calidad del drenaje.

Tabla 30:  
Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje  $m_i$  para bases y subbases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles.

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Nota: Proporcionada por (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 163*)

$$m_2 = m_3 = 1.15$$

### 3.5.4.12 Cálculo de los Espesores

Para calcular los espesores de las capas que componen el pavimento flexible que tendrá una vida útil de 20 años, tomaremos los datos de los parámetros tanto estructurales como de drenaje obtenidos previamente de la fórmula N°2:

Con el **SN = 1.13** obtenido, se reemplaza en la fórmula N°2, proponiendo los espesores siguientes:

$$d_1 = 5.00 \text{ cm}$$

$$d_2 = 10.00 \text{ cm}$$

Entonces tenemos:

$$SN = 0.170 \times 5.00 + 0.052 \times 10.00 \times 1.15 + 0.047 \times 0 \times 1.15$$

$$SN = 1.45$$

Podemos decir que nuestros espesores son correctos ya que nos resulta un Número Estructural (SN) mayor al Número Estructural Requerido (SNR).

Gráfico 6:  
Esquema de los espesores del Pavimento Flexible.

Capa de Rodadura	5.00 cm
Base Granular	10.00 cm

Nota: Elaboración Propia

### 3.5.5 Diseño del Pavimento Rígido

- Emplearemos el Método AASHTO 93 para el diseño.

#### 3.5.5.1 Periodo de diseño

Como en el diseño del pavimento flexible, consideramos utilizar un periodo de diseño de 20 años.

#### 3.5.5.2 Cálculo del ESAL de diseño

Sabemos que el ESAL equivale a la carga acumulada de 8.2 tn de ejes simples, que sucederá durante la fase de diseño del pavimento flexible. Encontraremos el ESAL de diseño para la vía en estudio en la tabla N°31.

Tabla 31:  
Valores de ESAL para Pavimento Rígido.

Factor Daño	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	3.529	0.015	3.529	0.047		
Año	moto lineal	mototaxi	Auto	Camioneta Pichup	Camioneta rural	BUS		CAMION		ESSAL POR AÑO	ESSAL ACUMULADO
						B2 Pesados	C2 Livianos	C2 Pesados	C3 Livianos		
						Carg.	C2 Livianos	Carg.	C3 Livianos		
2020	4.62E+00	4.62E+00	2.07E+00	1.11E+00	1.59E+00	1.29E+03	5.53E+00	1.93E+03	3.41E+01	3.27E+03	3.27E+03
2021	4.62E+00	4.62E+00	2.07E+00	1.11E+00	1.59E+00	1.29E+03	5.53E+00	1.93E+03	3.41E+01	3.27E+03	6.55E+03
2022	4.62E+00	4.62E+00	2.07E+00	1.11E+00	1.59E+00	1.29E+03	5.53E+00	1.93E+03	3.41E+01	3.27E+03	9.82E+03
2023	4.78E+00	4.78E+00	2.07E+00	1.11E+00	1.59E+00	1.29E+03	5.53E+00	1.93E+03	3.41E+01	3.27E+03	1.31E+04
2024	4.78E+00	4.78E+00	2.23E+00	1.11E+00	1.59E+00	1.29E+03	5.53E+00	1.93E+03	3.41E+01	3.27E+03	1.64E+04
2025	4.94E+00	4.94E+00	2.23E+00	1.11E+00	1.75E+00	1.29E+03	5.53E+00	1.93E+03	4.26E+01	3.28E+03	1.97E+04
2026	4.94E+00	4.94E+00	2.23E+00	1.11E+00	1.75E+00	1.29E+03	5.53E+00	2.58E+03	4.26E+01	3.93E+03	2.36E+04
2027	4.94E+00	4.94E+00	2.23E+00	1.27E+00	1.75E+00	1.93E+03	8.30E+00	2.58E+03	4.26E+01	4.57E+03	2.82E+04
2028	5.10E+00	5.10E+00	2.23E+00	1.27E+00	1.75E+00	1.93E+03	8.30E+00	2.58E+03	4.26E+01	4.57E+03	3.27E+04
2029	5.10E+00	5.10E+00	2.23E+00	1.27E+00	1.75E+00	1.93E+03	8.30E+00	2.58E+03	4.26E+01	4.57E+03	3.73E+04
2030	5.26E+00	5.26E+00	2.39E+00	1.27E+00	1.75E+00	1.93E+03	8.30E+00	2.58E+03	5.11E+01	4.58E+03	4.19E+04
2031	5.26E+00	5.26E+00	2.39E+00	1.27E+00	1.75E+00	1.93E+03	8.30E+00	2.58E+03	5.11E+01	4.58E+03	4.65E+04
2032	5.26E+00	5.26E+00	2.39E+00	1.27E+00	1.91E+00	1.93E+03	8.30E+00	3.22E+03	5.11E+01	5.23E+03	5.17E+04
2033	5.42E+00	5.42E+00	2.39E+00	1.27E+00	1.91E+00	1.93E+03	8.30E+00	3.22E+03	5.11E+01	5.23E+03	5.69E+04
2034	5.42E+00	5.42E+00	2.39E+00	1.27E+00	1.91E+00	1.93E+03	8.30E+00	3.22E+03	5.11E+01	5.23E+03	6.22E+04
2035	5.57E+00	5.57E+00	2.55E+00	1.27E+00	1.91E+00	1.93E+03	8.30E+00	3.22E+03	5.97E+01	5.24E+03	6.74E+04
2036	5.57E+00	5.57E+00	2.55E+00	1.27E+00	1.91E+00	1.93E+03	8.30E+00	3.22E+03	5.97E+01	5.24E+03	7.26E+04
2037	5.73E+00	5.73E+00	2.55E+00	1.43E+00	1.91E+00	2.58E+03	1.11E+01	3.22E+03	5.97E+01	5.88E+03	7.85E+04
2038	5.73E+00	5.73E+00	2.55E+00	1.43E+00	1.91E+00	2.58E+03	1.11E+01	3.86E+03	6.82E+01	6.54E+03	8.51E+04
2039	5.89E+00	5.89E+00	2.55E+00	1.43E+00	2.07E+00	2.58E+03	1.11E+01	3.86E+03	6.82E+01	6.54E+03	9.16E+04
<b>2040</b>	<b>5.89E+00</b>	<b>5.89E+00</b>	<b>2.71E+00</b>	<b>1.43E+00</b>	<b>2.07E+00</b>	<b>2.58E+03</b>	<b>1.11E+01</b>	<b>3.86E+03</b>	<b>6.82E+01</b>	<b>6.54E+03</b>	<b>9.81E+04</b>

Nota: Elaboración Propia

### 3.5.4.3 Confiabilidad (%R) y Desviación Estándar Normal (Zr)

Para este valor, consideramos el mismo porcentaje de Confiabilidad (%R) que utilizamos en el diseño del Pavimento Flexible que fue de 65%

Entonces, en la tabla N°32, encontramos los valores para el Nivel de Confiabilidad (%R) y también el valor de la Desviación Estándar Normal (Zr) de acuerdo con el rango de tráfico  $T_{P0}$ .

Tabla 32:  
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según el rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P0}$	100,000	150,000	65%	-0.385
	$T_{P1}$	150,001	300,000	70%	-0.524
	$T_{P2}$	300,001	500,000	75%	-0.674
	$T_{P3}$	500,001	750,000	80%	-0.842
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	$T_{P5}$	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	$T_{P6}$	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	$T_{P7}$	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	$T_{P8}$	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	$T_{P9}$	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	$T_{P10}$	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	$T_{P11}$	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	$T_{P12}$	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	$T_{P13}$	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	$T_{P14}$	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	$T_{P15}$	>30'000,000		95%	-1.645

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 266)

$$R = 65\%$$

$$Zr = -0.385$$

#### 3.5.4.4 Desviación Estándar Combinada (So)

Según el (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*) nos afirma que: “la Desviación Estándar Combinada (So) es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento.

La Guía AASHTO nos recomienda usar un valor de So comprendidos entre 0.30 y 0.40 para un pavimento flexible. Por lo tanto, adoptamos el valor promedio como base para el estudio.” (pág. 266)

$$S_o = 0.35$$

#### 3.5.4.5 Índice de Servicialidad ( $\Delta$ PSI)

El (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*), nos recomienda: “un valor estimado para el Índice de Servicialidad, indicando la Servicialidad Inicial (Pi) y la Servicialidad Final (Pt) según el tango de tráfico en la tabla N°33.” (pág. 264)

El rango de tráfico es  $T_{P0}$ , pero en esta sección no encontramos ese rango, por lo que optamos por tomar el menor rango que es  $T_{P1}$ .

Tabla 33:  
Índice de Servicialidad Inicial (Pi) y Final (Pt) según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Nota: Proporcionada por (Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 265)

$$P_i = 4.10$$

$$P_t = 2.00$$

$$\Delta PSI = 4.10 - 2.00 = 2.10$$

### 3.5.4.6 Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

Según el (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*), nos dice que: “el Coeficiente de Transferencia de Carga (J) es un parámetro para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras.

El valor de J es proporcional al valor final del espesor de losa de concreto. Es decir, cuanto menor es el valor de J, menor es el espesor de concreto. Este valor se encuentra en la tabla N°34.” (pág. 271)

Tabla 34:  
Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga (J).

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Nota: Proporcionada por (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 271*)

$$J = 2.8$$

### 3.5.4.7 Coeficiente de Drenaje (Cd)

La presencia de agua o humedad en la estructura del pavimento trae algunos problemas importantes.

El método AASHTO 93 incorpora un coeficiente de drenaje (Cd), que se basa en las consideraciones de diseño de acuerdo con la tabla N°2, para la vía en estudio, consideramos una calidad de drenaje Bueno.

$$Cd = 1.00$$

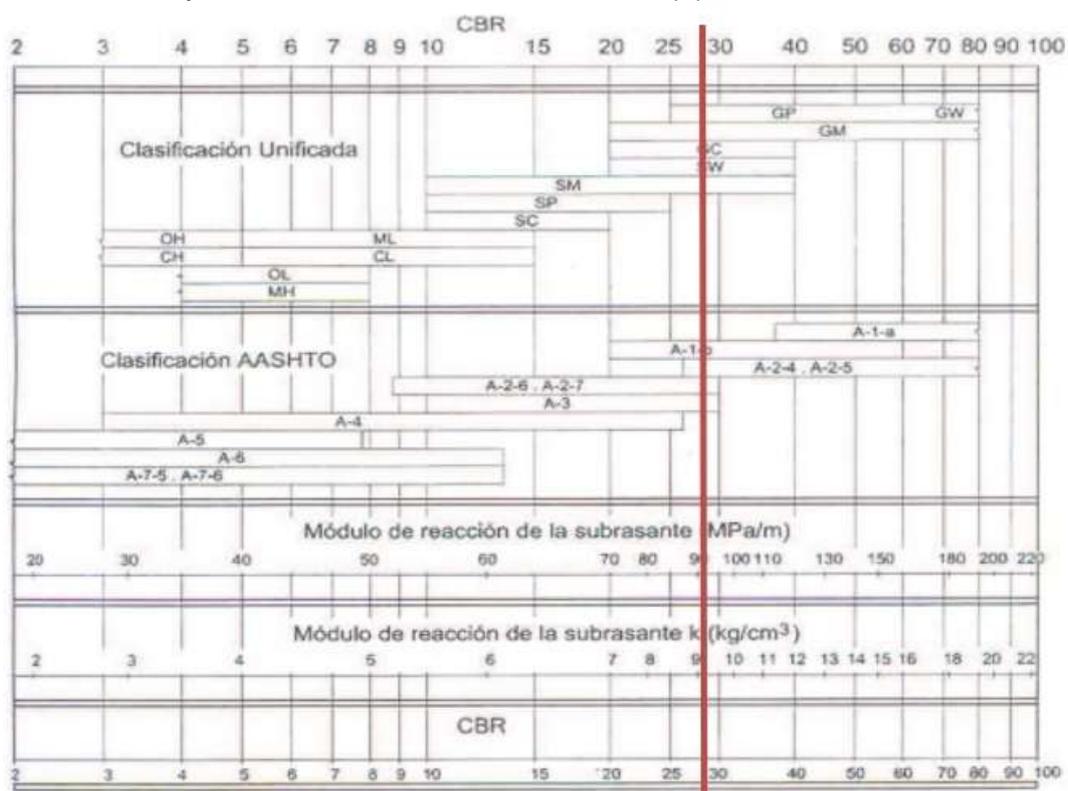
### 3.5.4.8 Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

De acuerdo con (*Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013*) señala que: “El Módulo de Reacción de la Subrasante (K) es un parámetro que caracteriza al tipo de subrasante.

Utilizaremos el método alternativo proporcionado por AASHTO, es decir, el uso de correlación directa, que permiten obtener el coeficiente de reacción K en función de la clasificación de suelos y el CBR. Para ello presentamos el gráfico N°6.” (pág. 267)

Con un CBR= 28.17% tenemos:

Gráfico 7:  
Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante (K).



Nota: Proporcionada por (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos.,* pág. 267)

$$K = 91 \text{ MPa/m}$$

### 3.5.4.9 Módulo Elástico del Concreto ( $E_c$ )

De acuerdo con (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*), nos dice que: “el módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado.” (pág. 269)

AASHTO 93 establece que es posible estimar el módulo elástico usando una correlación y especificar la correlación recomendada por ACI:

Fórmula 8:  
Módulo elástico del concreto ( $E_c$ ).

$$E_c = 57000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

Nota: Obtenida de (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 269*)

Optamos por usar un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 = 3876 \text{ PSI}$$

Entonces reemplazamos en la fórmula N°8

$$E_c = 57000 \times (3876)^{0.5}$$

$$E_c = 24467.18 \text{ MPa} = 3548679.19 \text{ PSI}$$

### 3.5.4.10 Módulo de Rotura del Concreto ( $M_r$ )

Para encontrar este factor nos basaremos en el Manual, que nos muestra diversos factores en la tabla N°35.

Tabla 35:  
Valores recomendados de Resistencia del Concreto según rango de tráfico.

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO ( $M_r$ )	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ( $f'c$ )
$\leq 5'000,000 \text{ EE}$	40 $\text{kg/cm}^2$	280 $\text{kg/cm}^2$
$> 5'000,000 \text{ EE}$ $\leq 15'000,000 \text{ EE}$	42 $\text{kg/cm}^2$	300 $\text{kg/cm}^2$
$> 15'000,000 \text{ EE}$	45 $\text{kg/cm}^2$	350 $\text{kg/cm}^2$

Nota: Proporcionada por (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 269*)

$$M_r = 40 \text{ kg/cm}^2 = 4 \text{ MPa} = 568.93 \text{ PSI}$$

### 3.5.4.11 Cálculo del Espesor de la Losa de Concreto

Para calcular los espesores de la Losa de Concreto, tenemos que desarrollar la fórmula N°3, reemplazando los siguientes parámetros anteriormente obtenidos.

W82	= Número de Ejes Equivalentes	= 98100
Zr	= Coeficiente de Desviación Estándar Normal	= -0.385
Mr	= Módulo de Rotura	= 4 MPa
So	= Desviación Estándar	= 0.35
R	= Confiabilidad	= 65%
K	= Módulo de Reacción de la Subrasante	= 91 MPa/m
Cd	= Coeficiente de drenaje	= 1.00
Pi	= Índice de Servicialidad Inicial	= 4.10
Pt	= Índice de Servicialidad Final	= 2.00
$\Delta$ PSI	= Índice de Servicialidad	= 2.10
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga	= 2.8
Ec	= Módulo Elástico del Concreto	= 24467.18MPa

Entonces, despejamos en la fórmula N°3 para obtener D:

$$D = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm}$$

Lo cual, encontramos que el espesor de la losa de pavimento rígido de la vía en estudio será de 15 cm con una base de 15 cm.

Gráfico 8:  
Esquema de los espesores del Pavimento Rígido.

<b>LOSA DE CONCRETO</b>	<b>15.00 cm</b>
<b>BASE (CON AFIRMADO)</b>	<b>15.00 cm</b>

Nota: Elaboración Propia

### 3.5.4.13 Juntas

El (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., 2013*) afirma que: “los diferentes tipos de juntas pueden agruparse en:

- Juntas longitudinales
- Juntas transversales

Las juntas longitudinales son las que delimitan los carriles que serán por donde transitarán los vehículos.

Las juntas transversales están dispuestas en sentido perpendicular a las longitudinales.

El tamaño de las losas determina en cierta forma la disposición de las juntas transversales y las juntas longitudinales. La longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.50 m.” (págs. 282-283)

De acuerdo con la tabla N°36 precisa el espaciamiento de las juntas según su ancho de carril.

Tabla 36:  
Dimensiones de Losa.

ANCHO DE CARRIL (M) = ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Nota: Proporcionada por (*Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos., pág. 282*)

### 3.5.6 Presupuesto del Pavimento Flexible

310

Página

1

#### Presupuesto

Presupuesto 1201001 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA

Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE

Cliente UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

Lugar PIURA - PIURA - SECHURA

Costo al 10/11/2020

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio Si.	Parcial Si.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>98.440.00</b>
01.01	ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS	mes	6.00	2,072.00	12,432.00
01.02	CASETA PARA ALMACÉN DE OBRA	m2	120.00	112.31	13,477.20
01.03	HABILITACIÓN Y CERCADO PARA PATIO DE MÁQUINAS	m2	120.00	385.59	46,270.80
01.04	DEPÓSITO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA	und	3.00	500.00	1,500.00
01.05	AGUA PARA LA OBRA	gb	1.00	15,000.00	15,000.00
02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>175,296.00</b>
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	35,400.00	3.14	111,156.00
02.02	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	35,400.00	1.60	56,640.00
02.03	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	gb	1.00	7,500.00	7,500.00
03	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				<b>25,773.04</b>
03.01	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD EN PROCESO DE REHABILITACIÓN DE VÍA	gb	1.00	10,000.00	10,000.00
03.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	gb	1.00	15,000.00	15,000.00
03.03	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	gb	1.00	773.04	773.04
04	<b>PAVIMENTACIÓN</b>				<b>4,127,476.55</b>
04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,977,497.53</b>
04.01.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE C/ EQUIPO PESADO	m3	14,009.93	6.12	85,740.77
04.01.02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA BASE GRANULAR E=10 CM. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	m2	35,400.00	8.22	290,968.00
04.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE, D PROM 5 KM	m3	16,811.92	43.91	738,211.41
04.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO CON EQUIPO	m3	17,944.74	44.63	799,706.75
04.01.05	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO CON EQUIPO	m3	3,966.77	176.93	701,840.62
04.02	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				<b>1,536,369.00</b>
04.02.01	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACIÓN	m2	35,400.00	0.87	30,768.00
04.02.02	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	35,400.00	5.00	177,000.00
04.02.03	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE E-5CM	m2	35,400.00	37.53	1,328,562.00
04.03	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>13,629.00</b>
04.03.01	PINTADO Y DEMARCACIÓN DE PAVIMENTO	m2	1,800.00	6.79	12,222.00
04.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TACHAS REFLECTIVAS	und	100.00	14.67	1,467.00
05	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				<b>18,000.00</b>
05.01	MITIGACIÓN AMBIENTAL	mes	6.00	3,000.00	18,000.00
06	<b>VARIOS</b>				<b>55,989.82</b>
06.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	3,966.77	1.51	5,989.82
06.02	FLETE TERRESTRE	gb	1.00	50,000.00	50,000.00
	<b>Costo Directo</b>				<b>4,490,875.41</b>
	<b>Gastos Generales (10%)</b>				<b>449,087.54</b>
	<b>Utilidad (5%)</b>				<b>224,543.77</b>
	<b>Sub Total</b>				<b>5,164,506.72</b>
	<b>I.G.V. (18%)</b>				<b>929,831.91</b>
	<b>Total de Presupuesto</b>				<b>6,094,338.63</b>

SON : SEIS MILLONES NOVENTICUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTITRES Y 63/100 SOLES

Fecha: 06/10/2021 21:03:45

### 3.5.7 Presupuesto del Pavimento Rígido

818

Página

1

#### Presupuesto

Presupuesto	1201001	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA		
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO RÍGIDO		
Cliente		UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	Costo al	10/11/2020
Lugar		PIURA - PIURA - SECHURA		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>88,440.00</b>
01.01	ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS	mes	6.00	2,072.00	12,432.00
01.02	CASETA PARA ALMACÉN DE OBRA	m2	120.00	112.31	13,477.30
01.03	HABILITACIÓN Y CERCADO PARA PATIO DE MÁQUINAS	m2	120.00	383.59	46,030.80
01.04	DEPÓSITO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA	und	3.00	500.00	1,500.00
01.05	AGUA PARA LA OBRA	gb	1.00	15,000.00	15,000.00
02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>175,296.00</b>
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	35,400.00	3.14	111,156.00
02.02	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	35,400.00	1.60	56,640.00
02.03	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	gb	1.00	7,500.00	7,500.00
03	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				<b>25,773.04</b>
03.01	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD EN PROCESO DE REHABILITACIÓN DE VÍA	gb	1.00	10,000.00	10,000.00
03.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	gb	1.00	15,000.00	15,000.00
03.03	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	gb	1.00	773.04	773.04
04	<b>PAVIMENTACIÓN</b>				<b>4,686,199.32</b>
04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,801,971.12</b>
04.01.01	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE O EQUIPO PESADO	m3	14,359.45	6.12	87,879.83
04.01.02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA BASE GRANULAR E=15 CM. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	m2	35,400.00	11.16	395,064.00
04.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE, D PROM 5 KM	m3	18,867.28	43.91	819,880.26
04.01.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO CON EQUIPO	m3	17,869.29	44.63	797,506.41
04.01.05	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO CON EQUIPO	m3	3,966.77	178.93	707,840.62
04.02	<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>				<b>1,779,799.20</b>
04.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO DE CONCRETO	m2	1,800.00	30.58	55,044.00
04.02.02	LOSA PARA PAVIMENTO DE CONCRETO Fc=280kg/cm2, E=6 15m	m3	3,600.00	288.80	1,039,680.00
04.02.03	CURADO QUÍMICO PARA PAVIMENTO DE CONCRETO	m2	35,400.00	8.13	287,802.00
04.02.04	JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN CON ACERO CORRUGADO 58"	kg	5,880.00	32.39	190,453.20
04.02.05	JUNTA TRANSVERSAL CON DOWEL ACERO LIGO DE Ø 1"	m	9,000.00	22.96	206,820.00
04.03	<b>JUNTAS DE DILATACIÓN</b>				<b>100,600.00</b>
04.03.01	JUNTAS DE DILATACIÓN O AISLAMIENTO DE LOSA DE CONCRETO	m	9,000.00	11.20	100,800.00
04.04	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>13,629.00</b>
04.04.01	PINTADO Y DEMARCACIÓN DE PAVIMENTO	m2	1,800.00	6.79	12,222.00
04.04.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TACHAS REFLECTIVAS	und	100.00	14.07	1,407.00
05	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				<b>18,000.00</b>
05.01	MITIGACIÓN AMBIENTAL	mes	6.00	3,000.00	18,000.00
06	<b>VARIOS</b>				<b>55,989.82</b>
06.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	3,966.77	1.51	5,989.82
06.02	FLETE TERRESTRE	gb	1.00	50,000.00	50,000.00
	<b>Costo Directo</b>				<b>5,019,696.18</b>
	<b>Gastos Generales (10%)</b>				<b>505,969.62</b>
	<b>Utilidad (5%)</b>				<b>252,984.91</b>
	<b>Sub Total</b>				<b>5,819,652.91</b>
	<b>I.G.V. (18%)</b>				<b>1,047,357.82</b>
	<b>Total de Presupuesto</b>				<b>6,866,010.43</b>

SON: SEIS MILLONES OCHOCIENTOS SESENTISEIS MIL DIEZ Y 431/100 SOLES

Fecha: 14/01/2021 9:46:50

#### IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- En el cálculo del IMDA de la vía en estudio, se hizo el estudio de tráfico, haciendo un conteo vehicular de 05 días, sacando el promedio del volumen de 3 días hábiles (martes, miércoles y jueves) y 2 días de fin de semana (sábado y domingo) de 07:00 am hasta 10:00 pm por tema de la pandemia y las restricciones del gobierno.

$$\text{IMDA} = 102.303$$

- Se determinó el factor camión y el ESAL correspondiente para los dos tipos de pavimento y poder realizar el diseño de los pavimentos, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 37:  
Resultados de Ejes Equivalentes.

Tipo de Vehículo	Factor Camión		Ejes Equivalentes	
	Pavimento Flexible	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible	Pavimento Rígido
C 2	3.477	3.529	48500	98100
C 3	2.526	3.406		

Nota: Elaboración Propia

- Según el estudio de mecánica de suelos se realizaron 6 calicatas a lo largo de toda la vía en estudio y se realizó 3 ensayos CBR para obtener un promedio.

Tabla 38:  
Resultados de CBR.

N° Calicata	% CBR	% CBR Promedio
C-1	11.51 %	<b>28.17 %</b>
C-3	37.94 %	
C-6	35.06 %	

Nota: Elaboración Propia

- Para el diseño de ambos pavimentos, tanto flexible como rígido, utilizamos los parámetros brindados por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos y basándonos en la guía AASHTO 93.

✓ Pavimento Flexible:

Tabla 39:  
Parámetros para diseño de Pavimento Flexible.

Parámetro	
(W18) Número de Ejes Equivalentes de 8.2 tn	48500
(Mr) Módulo de Resiliencia	21640
(%R) Confiabilidad	65 %
(Zr) Desviación Estándar Normal	-0.385
(So) Desviación Estándar Combinada	0.45
(Pi) Servicialidad Inicial	3.80
(Pt) Servicialidad Final	2.00
(ΔPSI) Variación de Servicialidad	1.80
(SNR) Número Estructural Requerido	1.13
(SN) Número Estructural Utilizado	1.45

Nota: Elaboración Propia

✓ Pavimento Rígido:

Tabla 40:  
Parámetros para diseño de Pavimento Rígido.

Parámetro	
(W82) Número de Ejes Equivalentes de 8.2 tn	98100
(Pi) Servicialidad Inicial	4.10
(Pt) Servicialidad Final	2.00
(ΔPSI) Variación de Servicialidad	2.10
(%R) Confiabilidad	65 %
(Zr) Desviación Estándar Normal	-0.385
(So) Desviación Estándar Combinada	0.35
(K) Módulo de Reacción de la Subrasante	91 MPa/m
(MR) Módulo de Rotura del Concreto	4 MPa
(Ec) Módulo Elástico del Concreto	24467.18 MPa
(Cd) Coeficiente de Drenaje	1.00
(J) Coeficiente de Transferencia de Carga	2.8

Nota: Elaboración Propia

- Con los parámetros obtenidos en el punto anterior, se calculó y optó por los espesores siguientes según la metodología AASHTO 93, tanto para el Pavimento Flexible y Rígido.

✓ Pavimento Flexible:

Tabla 41:  
Espesores del Pavimento Flexible propuesto.

<b>Capa de Rodadura</b>	<b>5.00 cm</b>
<b>Base Granular</b>	<b>10.00 cm</b>

Nota: Elaboración Propia

✓ Pavimento Rígido:

Tabla 42:  
Espesores del Pavimento Rígido propuesto.

<b>LOSA DE CONCRETO</b>	<b>15.00 cm</b>
<b>BASE (CON AFIRMADO)</b>	<b>15.00 cm</b>

Nota: Elaboración Propia

- Se realizó el presupuesto y el plazo de ejecución para ambos tipos de pavimentos, teniendo como resumen lo siguiente:

Tabla 43:  
Presupuesto y Plazo de ejecución de ambos pavimentos.

<b>Pavimento</b>	<b>Distancia del Proyecto (km)</b>	<b>Plazo de Ejecución (días)</b>	<b>Presupuesto Total (S/.)</b>
<b>Rígido</b>	5.90	240	6,866,010.43
<b>Flexible</b>	5.90	210	6,094,253.63

Nota: Elaboración Propia

- Presentamos el siguiente cuadro comparativo entre ambos tipos de pavimentos:

*Tabla 44:*

*Cuadro comparativo entre ambos pavimentos.*

<b>Concepto</b>	<b>Pavimento Flexible</b>	<b>Pavimento Rígido</b>
<b>Costo de Ejecución</b>	S/. 6,094,253.63	S/. 6,866,010.43
<b>Plazo de Ejecución</b>	210	240
<b>Durabilidad</b>	15-20 años	20-30 años
<b>Mantenimiento Rutinario</b>	3 cada año	3 cada año

*Nota: Elaboración Propia*

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según el análisis de estudio de tráfico realizado, nos indica que a medida que pasan los años la demanda vehicular por la que se transita en la vía incrementara, por lo que se recomienda una vía pavimentada para el beneficio de los caseríos.

Realizando las proyecciones de demanda vehicular se puede apreciar un notorio incremento de tipo de vehículos que concurren por la vía; para la proyección de tráfico de vehículos ligeros se ha considerado utilizar la tasa de crecimiento de la provincia de Sechura que es 2.40% según INDECI. Para la proyección de tráfico de vehículos pesados se consideró utilizar las variables del PBI de la región de Piura que es el promedio de este durante los últimos 20 años (4.20%).

Según el estudio de mecánicas de suelos, nos indica que el suelo predominante en la vía en estudio es de una arena limosa con finos, el cual presenta un CBR predominante en las calicatas realizadas de 28.17% para dicha vía.

Para el cálculo estructural de la carpeta de rodadura del pavimento se optó por trabajar con la guía AASHTO 93, siendo la que mejor se adecua a nuestra norma vigente para su determinación de variables y parámetros de diseño, donde se obtuvo como resultado que para un pavimento flexible su paquete estructural será de 2"= 5cm de espesor de carpeta asfáltica, 4"= 10cm de espesor de base granular; y para un pavimento rígido obtuvimos un espesor losa de concreto de 4"= 10 cm y un espesor de base de 6" = 15cm.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que de acuerdo con el análisis del diseño entre los pavimentos y el presupuesto de ejecución que se muestran en la tabla N°37, empleando “la metodología AASHTO 93”. Nos da como resultado que el pavimento flexible tiene como precio de ejecución menor al pavimento rígido con una diferencia económica de S/. 771,756.80.

Tabla 45:  
Análisis comparativo entre los Pavimentos Flexible y Rígido.

Pavimento		Metodología AASHTO
PAVIMENTO FLEXIBLE	ESPESOR DE CAPA	Carpeta Asfáltica = 5 cm
		Base Granular = 10 cm
	COSTO EJECUCIÓN	S/. 6,094,253.63
PAVIMENTO RÍGIDO	ESPESOR DE CAPA	Losa de Concreto = 15 cm
		Base Granular = 15 cm
	COSTO EJECUCIÓN	S/. 6,866,010.43

Nota: Elaboración Propia

Se concluye que, según el estudio de mecánica de suelos, guiándonos del manual de “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” se eligió de manera objetiva trabajar con un solo CBR promedio (28.17%) para toda la vía, ya que el suelo predominante era de una arena limosa.

En cuanto al cálculo de ejes equivalentes (EE) del pavimento flexible fue de 48500 y para el pavimento rígido fue de 98100.

Se concluye que el valor del índice medio diario anual (IMDA) en la vía en estudio es de moto taxis compuesto por el 30% de los vehículos que transitan por dicha vía.

Se procedió con el levantamiento topográfico de la vía, en donde se observó que tiene una topografía plana desde la progresiva 00+000 a la progresiva 03+200, luego desde la progresiva 03+200 a 06+000 apreciamos una topografía ondulada con una pendiente de 13% teniendo una distancia de seis kilómetros, también se observó que hay presencia de tierras de cultivo a los lados de la vía, la superficie de rodadura cuenta con dos carriles, la vía ya presenta señalización debido a que en el 2014 hubo un proyecto de mantenimiento de esta.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que, para el desarrollo del proyecto de la pavimentación asfáltica, utilizar las normas y recomendaciones del manual de diseño de carreteras (DG 2018), elaboradas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), ya que este se rige a los parámetros de diseño recomendado para esta vía.

Se recomienda des colmatar los canales de regadío que se encuentran al costado de la vía donde hay presencia de tierras de cultivo, con la finalidad de evitar futuras infiltraciones en la vía.

Se recomienda utilizar el pavimento flexible en la vía, ya que se adecua a la demanda de vehículos que transitan por esta y a la demanda económica, ya que, al ser comparado con el pavimento rígido, este resulta ser más económico y beneficioso.

Se recomienda hacer un conteo más minucioso de vehículos que transitan en la vía para poder hacer un cálculo de ejes equivalentes más adecuado, ya que este proyecto tuvo la restricción de la pandemia y limitaban las horas y días de conteo.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, I. M. (2018). *Mejoramiento del camino vecinal Yapato, Tajamar y Pampa de Loro, expediente técnico con código de inversión N°2413988*. Sechura - Piura: Municipalidad de Sechura-Piura.
- Correa, P. (30 de octubre de 2017). Carreteras, un problema global. *El Espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/carreteras-un-problema-global/>
- Espinoza Correa, L. (2018). *Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO 93*. Cuenca, Colombia: Universidad de Cuenca.
- Gallardo Figueroa, M. d., & Pescoran Campos, M. D. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para la avenida Larco tramo avenida Huamán y avenida Fátima de la ciudad de Trujillo*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO.
- INEI. (2017). *Informática, Instituto Nacional de Estadística e Informática*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección de suelos y pavimentos*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos*. Lima.
- Paredes Vela, F., & Delgado Mego, J. J. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y rígido para la reparación de las calles del centro del Distrito de Tarapoto*. San Martín, Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Ruíz Urrutia, M. N., & Rodríguez Peralta, J. C. (2016). *Comparación técnico-económica del uso de pavimento rígido y pavimento flexible en Nicaragua. Estudio de caso: Unikwas-Mulukuku*. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-MANAGUA.

Sotil Chávez, A. (30 de Septiembre de 2014). Propuesta de sistema de gestión de pavimentos para municipalidades y gobiernos locales. *Isfraestructura Vial*, 16(28), 13-14.

Velasco Inga, J. D. (2018). Propuesta de mejoramiento del camino vecinal Pacaipampa - Santa Rosa, progresiva 0+000 al 5+000, distrito de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, departamento de Piura. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura - UNP.

Yovera Adanaqué, C. A. (2018). Análisis comparativo de los pavimentos flexible, rígido y articulado para la Av. Ignacia Schaeffer-distrito de Tambogrande-departamento de Piura. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura - UNP .

## IX. ANEXOS

### 9.1 Instrumentos para recolección de datos (Ensayos)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS																																																	
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (NORMA D-A.S.T.M. D-1883)																																																	
A.S.T.M. D-1883																																																	
<b>OBRA</b>	:	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA – PIURA</b>																																															
<b>SOLICITA</b>	:	<b>TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO</b>																																															
<b>LUGAR</b>	:	<b>CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO</b>																																															
<b>MUESTRA</b>	:	<b>M - 1</b>																																															
<b>CALICATA</b>	:	<b>C - 1</b>																																															
<b>FECHA</b>	:	<b>OCTUBRE DEL 2020</b>																																															
PENETRACION	MOLDE No 1 12 golpes			MOLDE No 2 25 golpes			MOLDE No 3 56 golpes																																										
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido																																								
	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg2	C.B.R. %	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg2	C.B.R. %	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg2	C.B.R. %																																								
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																									
0.025	9.88	3.23		16.72	5.57		24.64	8.21																																									
0.050	33.86	11.22		53.90	17.97		82.92	20.97																																									
0.075	72.38	24.13		120.78	40.26		128.26	42.75																																									
0.100	149.82	49.94	4.99	168.08	56.03	5.60	203.50	67.83	6.78																																								
0.125	212.96	70.99		249.04	83.01		317.24	105.75																																									
0.150	246.18	82.06		343.86	114.62		402.38	134.13																																									
0.175	321.86	107.29		396.44	132.15		473.68	157.89																																									
0.200	361.46	120.49	8.03	442.86	147.62	9.84	517.88	172.63	11.51																																								
0.225	459.58	153.19		485.32	161.77		617.98	205.99																																									
0.250	495.66	165.22		693.44	231.15		771.32	257.11																																									
0.300	530.86	176.95		781.44	260.48		925.32	308.44																																									
CALIFORNIA BEARING RATIO																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>GOLPES</th> <th>12.00</th> <th>25.00</th> <th>56.00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Numero de capas</td> <td>5.00</td> <td>5.00</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>14.04</td> <td>14.04</td> <td>14.04</td> </tr> <tr> <td>Peso del molde (gr)</td> <td>4,379.00</td> <td>5,108.00</td> <td>4,940.00</td> </tr> <tr> <td>P. molde + suelo hum. (gr)</td> <td>8,215.00</td> <td>9,165.00</td> <td>9,010.00</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm3)</td> <td>2,104.88</td> <td>2,104.88</td> <td>2,104.88</td> </tr> <tr> <td>Densidad hum. (gr/cm3)</td> <td>1.83</td> <td>1.93</td> <td>1.94</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (gr/cm3)</td> <td>1.60</td> <td>1.69</td> <td>1.70</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. a 0.1"</td> <td>4.99</td> <td>5.60</td> <td>6.78</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. a 0.2"</td> <td>8.03</td> <td>9.84</td> <td>11.51</td> </tr> </tbody> </table>										GOLPES	12.00	25.00	56.00	Numero de capas	5.00	5.00	5.00	Humedad (%)	14.04	14.04	14.04	Peso del molde (gr)	4,379.00	5,108.00	4,940.00	P. molde + suelo hum. (gr)	8,215.00	9,165.00	9,010.00	Volumen del molde (cm3)	2,104.88	2,104.88	2,104.88	Densidad hum. (gr/cm3)	1.83	1.93	1.94	Densidad seca (gr/cm3)	1.60	1.69	1.70	C.B.R. a 0.1"	4.99	5.60	6.78	C.B.R. a 0.2"	8.03	9.84	11.51
GOLPES	12.00	25.00	56.00																																														
Numero de capas	5.00	5.00	5.00																																														
Humedad (%)	14.04	14.04	14.04																																														
Peso del molde (gr)	4,379.00	5,108.00	4,940.00																																														
P. molde + suelo hum. (gr)	8,215.00	9,165.00	9,010.00																																														
Volumen del molde (cm3)	2,104.88	2,104.88	2,104.88																																														
Densidad hum. (gr/cm3)	1.83	1.93	1.94																																														
Densidad seca (gr/cm3)	1.60	1.69	1.70																																														
C.B.R. a 0.1"	4.99	5.60	6.78																																														
C.B.R. a 0.2"	8.03	9.84	11.51																																														



**MORELU EIRL**  
Ingeniería  
Construcciones &  
Geotecnia

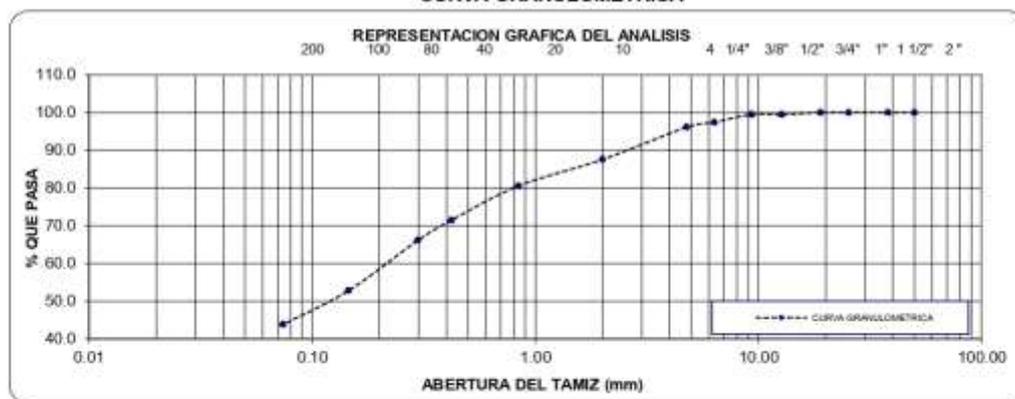
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

<b>PROYECTO:</b>	<b>ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA-PIURA</b>		
<b>PROFUNDIDAD :</b>	<b>1.00 - 1.50</b>		
<b>MUESTRA :</b>	<b>M1</b>	<b>CALICATA:</b>	<b>C-1</b>

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.20	0	0.0	0.0	100.0	% PIEDRA = 3.9
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA = 52.3
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS = 43.8
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL = 100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.70	2.7	0.5	0.5	99.5	<b>Peso Inicial</b> 500.0
3/8"	9.30	0.0	0.0	0.5	99.5	L.L. 30.94
1/4"	6.35	10.2	2.0	2.6	97.4	L.P. 25.39
Nº 4	4.76	6.6	1.3	3.9	96.1	I.P. 5.55
Nº 10	2.00	42.8	8.6	12.5	87.5	CLASIFICACION:
Nº 20	0.840	35.0	7.0	19.5	80.5	<b>SUCS</b> SM-SC
Nº 40	0.420	45.5	9.1	28.6	71.4	<b>AASHTO</b> -
Nº 50	0.297	28.7	5.3	33.9	66.1	<b>DESCRIPCION</b>
Nº 100	0.145	66.9	13.4	47.3	52.7	Arena limo arcillosa de mediana a baja plasticidad color beige claro, presencia de fragmentos de roca de variado tamaño, con humedad baja y compacidad media.
Nº 200	0.074	44.4	8.9	56.2	43.8	
<b>TOTAL</b>		280.8				
<b>PERDIDA</b>	<200	209.6	41.9	98.1	1.9	
<b>PESO INICIAL</b>		500.00	<b>ERROR</b>	1.92%		

**CURVA GRANULOMETRICA**



### HUMEDAD NATURAL

NORMA: ASTM D-2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA

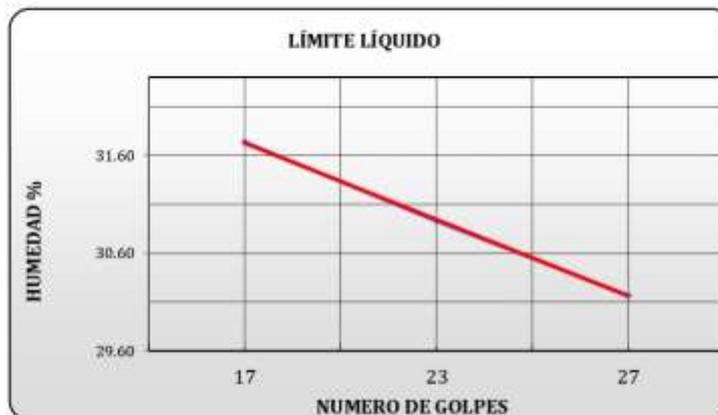
**SOLICITA** : TESISISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO

MUESTRA	PROFUNDIDAD m.	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)		TARA	PESO (Gr.)		HUMEDAD %
		+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO		AGUA	SUELO SECO	
C - 1	0.10 - 1.50	63.00	53.50	14.98	9.50	38.52	<b>24.66</b>
C - 2	0.40 - 1.50	69.30	58.10	15.43	11.20	42.67	<b>26.25</b>
C - 3	0.00 - 1.50	67.40	56.60	14.99	10.80	41.61	<b>25.96</b>
C - 4 / M - 1	0.10 - 1.00	68.30	59.50	17.20	8.80	42.30	<b>20.80</b>
C - 4 / M - 2	1.00 - 1.50	72.70	64.80	17.13	7.90	47.67	<b>16.57</b>
C - 5	0.20 - 1.50	68.30	60.90	15.77	7.40	45.13	<b>16.40</b>
C - 6	0.15 - 1.50	69.20	59.80	15.60	9.40	44.20	<b>21.27</b>
C - 7	0.10 - 1.50	71.20	61.00	15.11	10.20	45.89	<b>22.23</b>
C - 8	0.00 - 1.50	64.80	58.00	15.07	6.80	42.93	<b>15.84</b>



**MORELU EIRL**  
Ingeniería  
Construcciones &  
Geotecnia

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318							
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA						
<b>MUESTRA:</b>	<b>C-1</b>			<b>M-1</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO						
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2020						
<b>SOLICITA</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO						
LIMITE LIQUIDO							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
17	17	34.20	29.57	4.63	14.98	14.59	31.73
23	23	32.00	27.97	4.03	14.94	13.03	30.93
27	24	31.03	27.41	3.62	15.41	12.00	30.17
LIMITE PLASTICO							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO
50	27.41	25.33	2.08	16.56	8.77	23.72	
46	27.77	25.60	2.17	17.58	8.02	27.06	25.39



L.L. =	30.94
IP =	5.55

RUC N° 20603598769

MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR | ETAPA - PIURA - CASTILLA

morelueirl@gmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS																																																	
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (NORMA D-A.S.T.M. D-1883)																																																	
A.S.T.M. D-1883																																																	
<b>OBRA</b>	:	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA</b>																																															
<b>SOLICITA</b>	:	<b>TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO</b>																																															
<b>LUGAR</b>	:	<b>CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO</b>																																															
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-2 M-1</b>																																															
<b>FECHA</b>	:	<b>OCTUBRE DEL 2020</b>																																															
PENETRACION	MOLDE No 1 12 golpes			MOLDE No 2 25 golpes			MOLDE No 3 56 golpes																																										
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido																																								
	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg2	C.B.R. %	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg2	C.B.R. %	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg2	C.B.R. %																																								
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00																																									
0.025	39.38	13.13		64.68	21.56		69.30	23.10																																									
0.050	116.16	38.72		219.12	73.04		357.50	119.17																																									
0.075	199.32	66.44		488.16	156.05		843.70	281.23																																									
0.100	267.08	89.03	8.90	641.30	213.77	21.38	1114.08	371.36	37.14																																								
0.125	311.96	103.99		771.32	257.11		1387.76	462.59																																									
0.150	353.10	117.70		886.16	295.39		1507.44	502.48																																									
0.175	392.70	130.90		991.32	330.44		1584.88	528.29																																									
0.200	424.16	141.39	9.43	1079.76	359.92	23.99	1765.50	588.50	39.23																																								
0.225	529.10	176.37		1373.46	457.82		1849.32	616.44																																									
0.250	617.32	205.77		1635.04	545.01		2310.00	770.00																																									
0.300	861.10	220.37		1875.28	625.09		2662.00	887.33																																									
<b>CALIFORNIA BEARING RATIO</b>																																																	
<b>C.B.R. DE DISEÑO</b>																																																	
<table border="1"> <tr> <td>GOLPES</td> <td>12.00</td> <td>25.00</td> <td>56.00</td> </tr> <tr> <td>Numero de capas</td> <td>5.00</td> <td>5.00</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>13.77</td> <td>13.77</td> <td>13.77</td> </tr> <tr> <td>Peso del molde (gr)</td> <td>4,040.00</td> <td>5,108.00</td> <td>4,079.00</td> </tr> <tr> <td>P. molde + suelo hum. (gr)</td> <td>8,462.00</td> <td>8,062.00</td> <td>8,956.00</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm3)</td> <td>2,104.86</td> <td>2,104.86</td> <td>2,104.86</td> </tr> <tr> <td>Densidad hum. (gr/cm3)</td> <td>1.67</td> <td>1.78</td> <td>1.89</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (gr/cm3)</td> <td>1.47</td> <td>1.57</td> <td>1.66</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. a 0.1"</td> <td>8.90</td> <td>21.38</td> <td>37.14</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. a 0.2"</td> <td>9.43</td> <td>23.99</td> <td>39.23</td> </tr> </table>										GOLPES	12.00	25.00	56.00	Numero de capas	5.00	5.00	5.00	Humedad (%)	13.77	13.77	13.77	Peso del molde (gr)	4,040.00	5,108.00	4,079.00	P. molde + suelo hum. (gr)	8,462.00	8,062.00	8,956.00	Volumen del molde (cm3)	2,104.86	2,104.86	2,104.86	Densidad hum. (gr/cm3)	1.67	1.78	1.89	Densidad seca (gr/cm3)	1.47	1.57	1.66	C.B.R. a 0.1"	8.90	21.38	37.14	C.B.R. a 0.2"	9.43	23.99	39.23
GOLPES	12.00	25.00	56.00																																														
Numero de capas	5.00	5.00	5.00																																														
Humedad (%)	13.77	13.77	13.77																																														
Peso del molde (gr)	4,040.00	5,108.00	4,079.00																																														
P. molde + suelo hum. (gr)	8,462.00	8,062.00	8,956.00																																														
Volumen del molde (cm3)	2,104.86	2,104.86	2,104.86																																														
Densidad hum. (gr/cm3)	1.67	1.78	1.89																																														
Densidad seca (gr/cm3)	1.47	1.57	1.66																																														
C.B.R. a 0.1"	8.90	21.38	37.14																																														
C.B.R. a 0.2"	9.43	23.99	39.23																																														

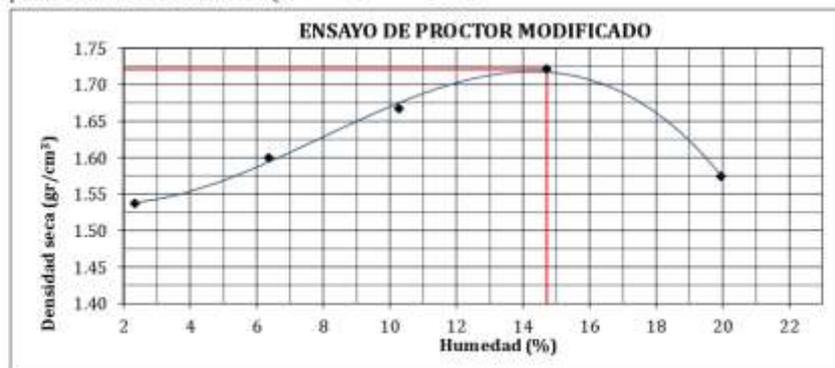
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180					
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA				
<b>SECTOR:</b>	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO				
<b>MUESTRA:</b>	C-1				
<b>FECHA</b>	OCTUBRE DE 2020				
<b>SOLICITA:</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO				
Compactación					
Prueba N°	1	2	3	4	5
Numero de capas	5	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	6125	6397	6688	6976	6794
Peso molde (gr.)	2788	2788	2788	2788	2788
Peso suelo compactado (gr.)	3337	3609	3900	4188	4006
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2121	2121	2121
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.573	1.702	1.839	1.975	1.889

#### Humedad (%)

Tara N°	11	13	22	29	41
Tara + suelo húmedo (gr.)	56.38	62.55	58.68	63.60	62.19
Tara + suelo seco (gr.)	55.44	59.69	54.58	57.29	54.60
Peso de agua (gr.)	0.94	2.86	4.10	6.31	7.59
Peso de tara (gr.)	15.29	14.77	14.66	14.41	16.56
Peso de suelo seco (gr.)	40.15	44.92	39.92	42.88	38.04
Humedad (%)	2.34	6.37	10.27	14.72	19.95
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.537	1.600	1.667	1.721	1.575

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.72**

Optimo Contenido de Humedad (%) : **14.72**





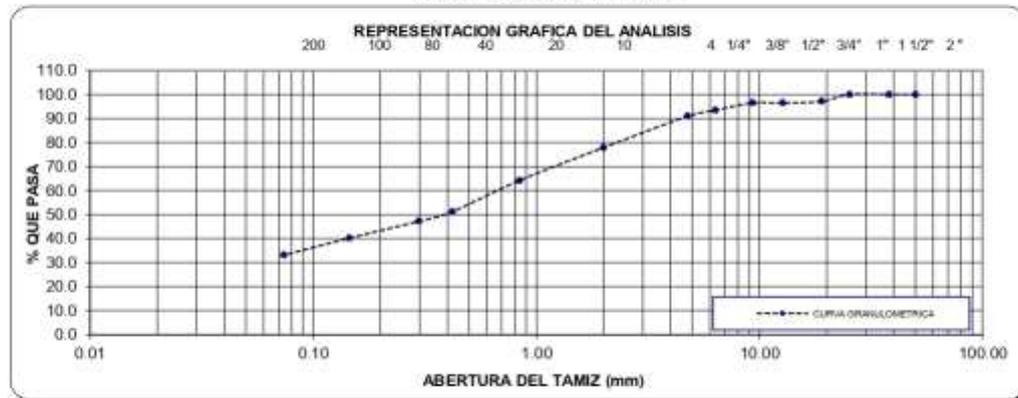
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA
SOLICITA :	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO
PROFUNDIDAD :	0.00 - 0.80
MUESTRA :	M -1 CALICATA: C-2

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.20	0	0.0	0.0	100.0	% PIEDRA = 9.1
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA = 57.8
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS = 33.1
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL = 100.0
3/4"	19.00	14.4	2.9	2.9	97.1	
1/2"	12.70	3.2	0.6	3.5	96.5	Peso Inicial 500.0
3/8"	9.30	0.0	0.0	3.5	96.5	L.L. 37.27
1/4"	6.35	15.4	3.1	6.6	93.4	L.P. 32.64
Nº 4	4.75	12.4	2.5	9.1	90.9	I.P. 4.63
Nº 10	2.00	65.2	13.0	22.1	77.9	CLASIFICACION:
Nº 20	0.840	68.5	13.7	35.8	64.2	SUCS SM-SC
Nº 40	0.420	64.9	13.0	48.8	51.2	AASHTO -
Nº 60	0.297	20.1	4.0	52.8	47.2	DESCRIPCION
Nº 100	0.145	35.0	7.0	59.8	40.2	
Nº 200	0.074	35.3	7.1	66.9	33.1	Arena limo arcillosa, color beige claro, con presencia de grava, de baja plasticidad, bien competente y humedad media.
TOTAL		334.4				
PERDIDA	<200	160.0	32.0	98.9	1.1	
PESO INICIAL		500.00	ERROR	1.12%		

**CURVA GRANULOMETRICA**



RUC N° 20603598769  
MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR | ETAPA - PIURA - CASTILLA  
morelueirl@gmail.com

### HUMEDAD NATURAL

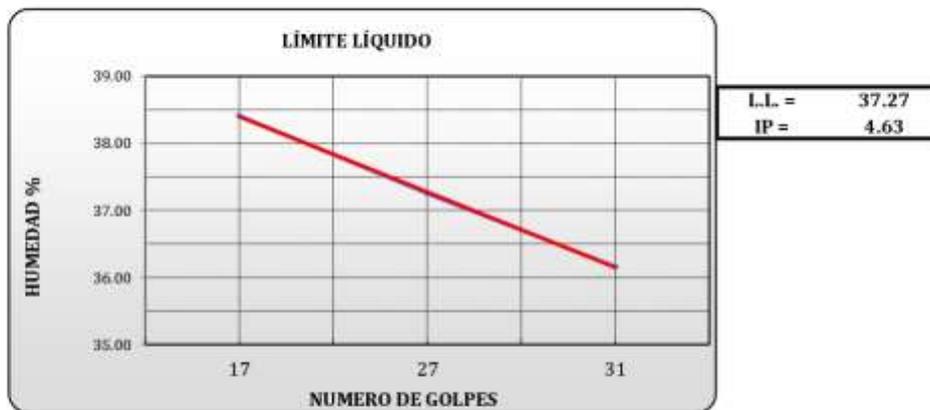
NORMA: ASTM D-2216

<b>PROYECTO</b>	:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA
<b>SOLICITA</b>	:	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO

MUESTRA	PROFUNDIDAD m.	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)		TARA	PESO (Gr.)		HUMEDAD %
		+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO		AGUA	SUELO SECO	
C - 14 / M - 1	0.00 - 0.80	77.50	67.50	17.60	10.00	49.90	<b>20.04</b>
C - 14 / M - 2	0.80 - 1.50	65.50	54.10	14.94	11.40	39.16	<b>29.11</b>
C - 15 / M - 1	0.00 - 1.20	63.40	51.10	14.50	12.30	36.60	<b>33.61</b>
C - 15 / M - 2	1.20 - 1.80	50.90	39.30	17.70	11.60	21.60	<b>53.70</b>
C - 16	0.20 - 1.60	52.20	45.00	14.66	7.20	30.34	<b>23.73</b>
C - 17	0.15 - 1.50	69.30	63.80	17.25	5.50	46.55	<b>11.82</b>
C - 18	0.20 - 1.50	93.10	85.30	49.77	7.80	35.53	<b>21.95</b>
C - 19	0.20 - 1.50	68.30	56.40	14.40	11.90	42.00	<b>28.33</b>

RUC N° 20603598769  
MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR I ETAPA - PIURA - CASTILLA  
morelueirl@gmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D-4318							
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA						
<b>MUESTRA:</b>	<b>C - 2 M - 1</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO						
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2020						
<b>SOLICITA</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO						
LIMITE LIQUIDO							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
17	15	35.42	29.77	5.65	15.06	14.71	38.41
27	29	30.38	26.04	4.34	14.39	11.65	37.25
31	32	29.47	26.10	3.37	16.78	9.32	36.16
LIMITE PLASTICO							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO
39	27.10	24.72	2.38	17.15	7.57	31.44	
50	27.12	24.71	2.41	17.59	7.12	33.85	



RUC N° 20603598769

MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR I ETAPA - PIURA - CASTILLA

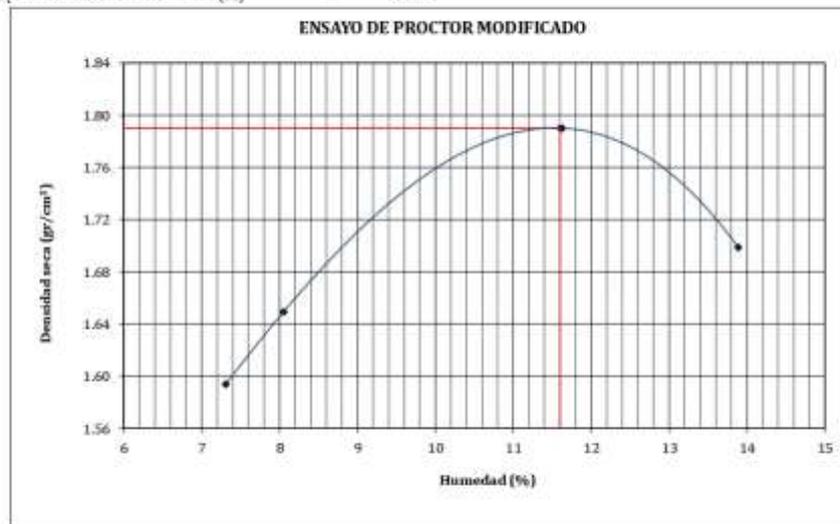
morelueirl@gmail.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180					
OBRA:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA				
UBICACION:	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO				
MUESTRA:	C-2				
FECHA	OCTUBRE DE 2020				
SOLICITA:	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO				
COMPACTACION					
Prueba N°	1	2	3	4	
Numero de capas	5	5	5	5	
Numero de golpes	56	56	56	56	
Peso suelo + molde (gr.)	6878	7028	7478	7328	
Peso molde (gr.)	3305	3305	3303	3305	
Peso suelo compactado (gr.)	3573	3723	4175	4023	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2095	2095	2095	2085	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.705	1.777	1.993	1.929	

#### Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo húmedo (gr.)	228.00	210.00	234.00	197.00	
Tara + suelo seco (gr.)	215.00	197.00	213.20	177.00	
Peso de agua (gr.)	13.00	13.00	20.80	20.00	
Peso de tara (gr.)	29.54	29.30	29.60	29.80	
Peso de suelo seco (gr.)	185.46	167.70	183.60	147.20	
Humedad (%)	7.0	7.8	11.3	13.6	
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.594	1.649	1.790	1.699	

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.79**  
Optimo Contenido de Humedad (%) : **11.30**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS									
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (NORMA D-A.S.T.M. D-1883)									
A.S.T.M. D-1883									
<b>OBRA</b>	:	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA – PIURA</b>							
<b>SOLICITA</b>	:	<b>TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO</b>							
<b>LUGAR</b>	:	<b>CASERIOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO</b>							
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-3</b>							
<b>FECHA</b>	:	<b>OCTUBRE DEL 2020</b>							
PENETRACION	MOLDE No 1 12 golpes			MOLDE No 2 25 golpes			MOLDE No 3 56 golpes		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg <sup>2</sup>	C.B.R. %	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg <sup>2</sup>	C.B.R. %	Carga lb	Esfuerzo Lb/plg <sup>2</sup>	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	38.82	13.27		68.62	19.87		60.94	20.31	
0.050	117.70	39.23		213.84	71.28		338.80	112.93	
0.075	201.74	67.25		460.02	153.34		837.32	279.11	
0.100	264.44	88.15	8.81	636.24	212.08	21.21	1100.66	366.89	36.69
0.125	313.06	104.35		764.06	254.69		1376.98	458.99	
0.150	356.18	118.73		878.68	292.89		1497.32	499.11	
0.175	394.24	131.41		984.06	328.02		1575.86	525.29	
0.200	425.04	141.68	9.45	1065.90	355.30	23.69	1707.42	569.14	37.94
0.225	536.58	178.86		1361.80	453.93		1814.12	604.71	
0.250	632.28	210.76		1628.66	542.89		2189.66	729.89	
0.300	682.00	227.33		1868.24	622.75		2575.32	858.44	

**CALIFORNIA BEARING RATIO**



<b>GOLPES</b>	12.00	25.00	56.00
Numero de capas	5.00	5.00	5.00
Humedad (%)	13.77	13.77	13.77
Peso del molde (gr)	4,540.00	5,108.00	4,079.00
P. molde + suelo hum. (gr)	8,462.00	8,862.00	8,956.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,104.86	2,104.86	2,104.86
Densidad hum. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.78	1.89
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.47	1.57	1.66
C.B.R. a 0.1"	8.81	21.21	36.69
C.B.R. a 0.2"	9.45	23.69	37.94

**C.B.R. DE DISEÑO**





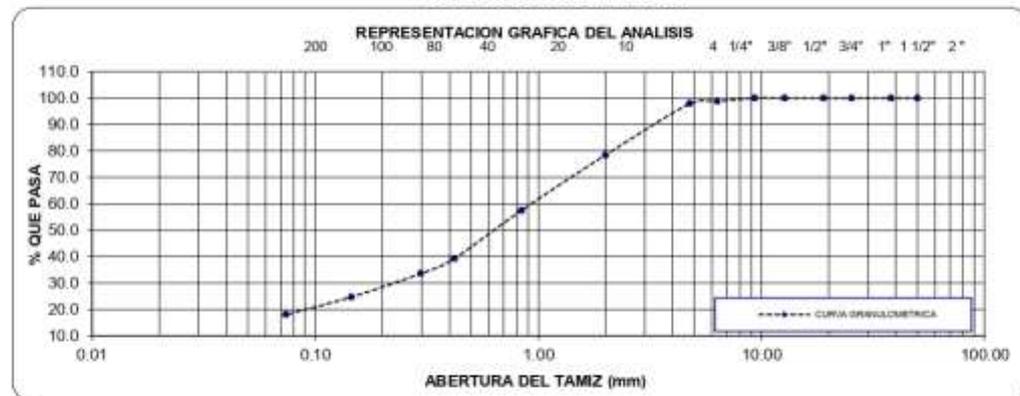
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

<b>PROYECTO:</b>	<b>ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA</b>
<b>SOLICITA:</b>	<b>TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO</b>
<b>PROFUNDIDAD:</b>	<b>0.20 - 1.60</b>
<b>MUESTRA:</b>	<b>M - 1 CALICATA: C-3</b>

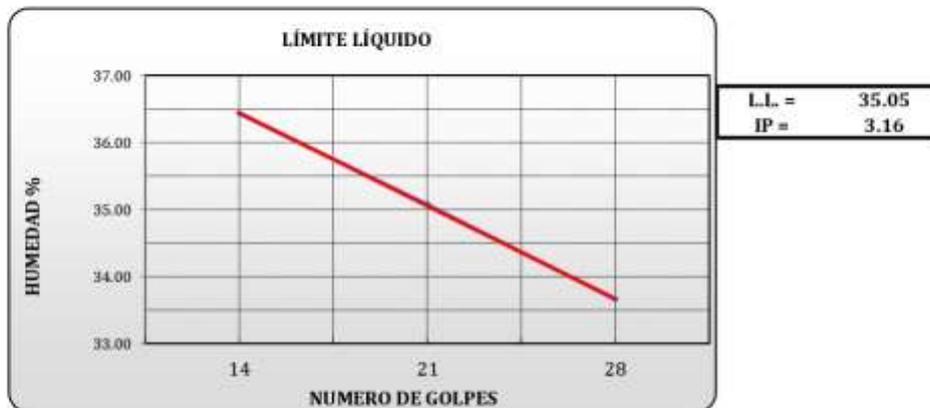
TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.20	0	0.0	0.0	100.0	% PIEDRA = 2.2
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA = 79.7
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS = 18.1
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL = 100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial 500.0
3/8"	9.30	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L. 35.05
1/4"	6.35	6.2	1.2	1.2	98.8	L.P. 31.89
Nº 4	4.76	4.6	0.9	2.2	97.8	I.P. 3.16
Nº 10	2.00	97.0	19.4	21.6	78.4	CLASIFICACION:
Nº 20	0.840	104.8	21.0	42.5	57.5	SUCS SM
Nº 40	0.420	91.0	18.2	60.7	39.3	AASHTO A-2-4
Nº 50	0.297	28.5	5.7	66.4	33.6	DESCRIPCION
Nº 100	0.145	44.4	8.9	75.3	24.7	
Nº 200	0.074	32.9	6.6	81.9	18.1	Arena limosa color beige oscuro de baja plasticidad, competencia media y contenido de humedad natural medio.
TOTAL		409.4				
PERDIDA	<200	80.0	16.0	97.9	2.1	
PESO INICIAL		500.00	ERROR	2.12%		

**CURVA GRANULOMETRICA**



RUC N° 20603598769  
MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR I ETAPA - PIURA - CASTILLA  
morelueirl@gmail.com

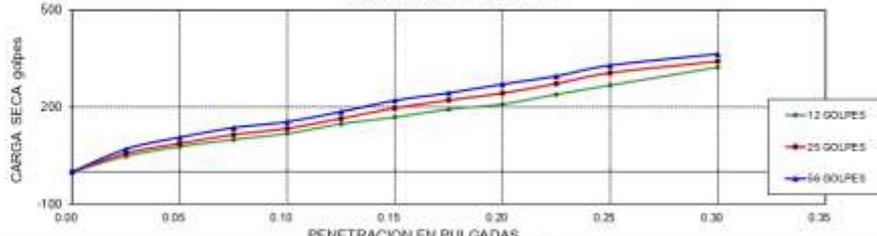
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318							
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA						
<b>MUESTRA:</b>	<b>C - 3 M-1</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO						
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2020						
<b>SOLICITA</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO						
LÍMITE LÍQUIDO							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
14	31	37.27	31.90	5.37	17.16	14.74	36.43
21	24	33.79	29.02	4.77	15.42	13.60	35.07
28	46	34.01	29.87	4.14	17.57	12.30	33.66
LÍMITE PLÁSTICO							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LÍMITE PLÁSTICO
36	28.10	25.50	2.60	17.37	8.13	31.98	
29	25.25	22.63	2.62	14.39	8.24	31.80	



RUC N° 20603598769

MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR I ETAPA - PIURA - CASTILLA

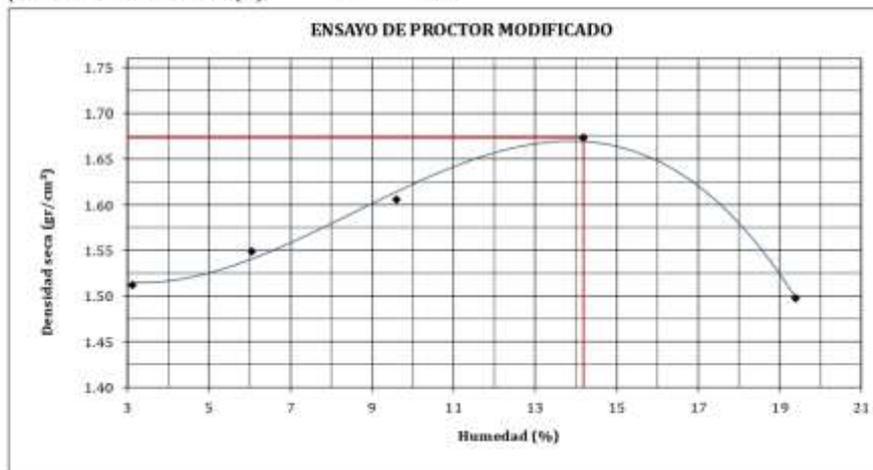
morelueirl@gmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS																																																					
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (NORMA D-A.S.T.M. D-1883)																																																					
A.S.T.M. D-1883																																																					
<b>OBRA</b>	:	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA</b>																																																			
<b>SOLICITA</b>	:	<b>TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO</b>																																																			
<b>LUGAR</b>	:	<b>CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO</b>																																																			
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-4</b>																																																			
<b>FECHA</b>	:	<b>OCTUBRE DEL 2020</b>																																																			
PENETRACION	MOLDE No 1 12 golpes			MOLDE No 2 25 golpes			MOLDE No 3 56 golpes																																														
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido																																												
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %																																												
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00																																													
0.025	5.00	48.07		7.00	57.20		9.90	70.45																																													
0.050	11.60	78.21		13.60	87.35		17.80	106.34																																													
0.075	16.30	99.68		19.60	114.76		24.30	136.23																																													
0.100	20.40	118.41	8.70	23.80	133.94	9.84	28.40	154.96	11.39																																												
0.125	26.90	148.10		30.60	165.01		35.20	186.02																																													
0.150	31.50	169.12		37.60	196.98		42.80	220.73																																													
0.175	36.80	193.33		43.00	221.65		47.90	244.03																																													
0.200	40.30	209.32	15.38	47.80	243.57	17.90	53.80	270.98	19.92																																												
0.225	46.90	239.46		54.20	272.81		59.30	296.11																																													
0.250	53.10	267.78		61.50	306.16		66.60	329.45																																													
0.300	66.30	323.51		69.30	341.79		74.30	364.63																																													
<b>CALIFORNIA BEARING RATIO</b>																																																					
																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>12.00</th> <th>25.00</th> <th>56.00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GOLPES</td> <td>12.00</td> <td>25.00</td> <td>56.00</td> </tr> <tr> <td>Numero de capas</td> <td>5.00</td> <td>5.00</td> <td>5.00</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>8.29</td> <td>8.29</td> <td>8.29</td> </tr> <tr> <td>Peso del molde (gr)</td> <td>4.983.00</td> <td>4.840.00</td> <td>4.972.00</td> </tr> <tr> <td>P. molde + suelo hum. (gr)</td> <td>9.107.00</td> <td>9.210.00</td> <td>9.536.00</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</td> <td>2.181.18</td> <td>2.198.88</td> <td>2.195.88</td> </tr> <tr> <td>Densidad hum. (gr/cm<sup>3</sup>)</td> <td>1.89</td> <td>1.99</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</td> <td>1.75</td> <td>1.84</td> <td>1.92</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. a 0.1"</td> <td>8.70</td> <td>9.84</td> <td>11.39</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. a 0.2"</td> <td>15.38</td> <td>17.90</td> <td>19.92</td> </tr> </tbody> </table>											12.00	25.00	56.00	GOLPES	12.00	25.00	56.00	Numero de capas	5.00	5.00	5.00	Humedad (%)	8.29	8.29	8.29	Peso del molde (gr)	4.983.00	4.840.00	4.972.00	P. molde + suelo hum. (gr)	9.107.00	9.210.00	9.536.00	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.181.18	2.198.88	2.195.88	Densidad hum. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.89	1.99	2.08	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.84	1.92	C.B.R. a 0.1"	8.70	9.84	11.39	C.B.R. a 0.2"	15.38	17.90	19.92
	12.00	25.00	56.00																																																		
GOLPES	12.00	25.00	56.00																																																		
Numero de capas	5.00	5.00	5.00																																																		
Humedad (%)	8.29	8.29	8.29																																																		
Peso del molde (gr)	4.983.00	4.840.00	4.972.00																																																		
P. molde + suelo hum. (gr)	9.107.00	9.210.00	9.536.00																																																		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.181.18	2.198.88	2.195.88																																																		
Densidad hum. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.89	1.99	2.08																																																		
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.84	1.92																																																		
C.B.R. a 0.1"	8.70	9.84	11.39																																																		
C.B.R. a 0.2"	15.38	17.90	19.92																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">C.B.R. DE DISEÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td> <td>1.92</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. DISEÑO</td> <td>19.92%</td> </tr> </tbody> </table> 										C.B.R. DE DISEÑO		MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.92	C.B.R. DISEÑO	19.92%																																						
C.B.R. DE DISEÑO																																																					
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.92																																																				
C.B.R. DISEÑO	19.92%																																																				

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180					
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA				
<b>SECTOR:</b>	CASERÍO YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO				
<b>MUESTRA:</b>	C - 3				
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2020				
<b>SOLICITA:</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO				
Compactación					
Prueba N°	1	2	3	4	5
Numero de capas	5	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	6095	6271	6520	6840	6580
Peso molde (gr.)	2788	2788	2788	2788	2788
Peso suelo compactado (gr.)	3307	3483	3732	4052	3792
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2121	2121	2121
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.559	1.642	1.760	1.910	1.788

Humedad (%)					
Tara N°	23	24	46	50	31
Tara + suelo húmedo (gr.)	63.13	58.87	62.89	58.80	68.27
Tara + suelo seco (gr.)	61.67	56.39	58.92	53.68	59.97
Peso de agua (gr.)	1.46	2.48	3.97	5.12	8.30
Peso de tara (gr.)	14.94	15.42	17.57	17.59	17.16
Peso de suelo seco (gr.)	46.73	40.97	41.35	36.09	42.81
Humedad (%)	3.12	6.05	9.60	14.19	19.39
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.512	1.548	1.605	1.673	1.498

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.67**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **14.19**



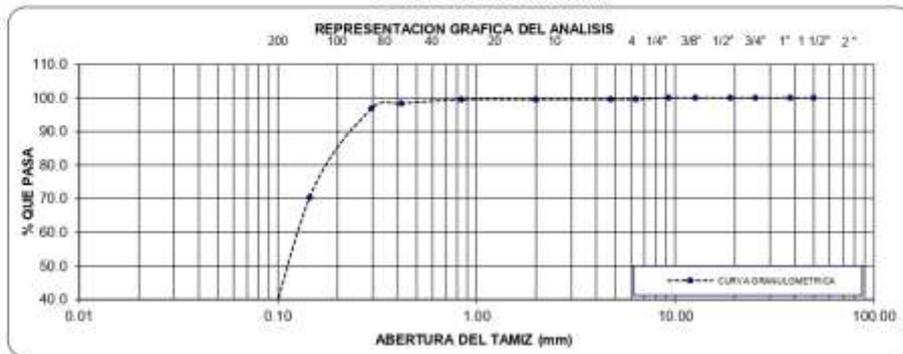
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA – PIURA
SOLICITA:	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO
PROFUNDIDAD:	0.40-0.85
MUESTRA:	M-1 CALICATA: C-4

TAMICES	ABERTURA EN mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.20	0	0.0	0.0	100.0	% PIEDRA = 0.4
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA = 89.4
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS = 10.2
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL = 100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial 500.0
3/8"	9.30	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L. 0.00
1/4"	6.35	2.2	0.4	0.4	99.6	L.P. 0.00
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.4	99.6	I.P. 0.00
Nº 10	2.00	0.2	0.0	0.5	99.5	CLASIFICACION:
Nº 20	0.840	0.3	0.1	0.5	99.5	SUCS SP-SM
Nº 40	0.420	5.7	1.1	1.7	98.3	AASHTO A-2-4 (0)
Nº 50	0.297	7.4	1.5	3.2	96.8	DESCRIPCION
Nº 100	0.145	131.8	26.4	29.5	70.5	
Nº 200	0.074	301.5	60.3	89.8	10.2	Arena de grano medio, presencia de áridos, color beige, baja contenido de humedad natural.
TOTAL		449.1				
PERDIDA	<200	50.9	10.2	100.0	0.0	

#### CURVA GRANULOMETRICA



RUC N° 20603598769  
MZA. L1 LOTE 13 C.H. COSSIO DEL POMAR I ETAPA - PIURA - CASTILLA  
morelueir@gmail.com

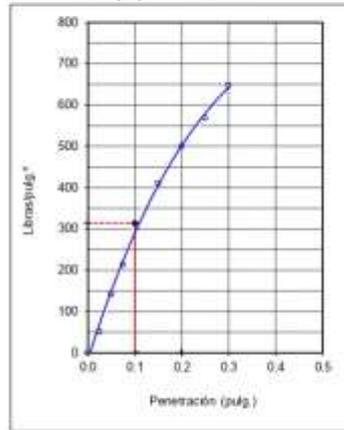
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
OBRA:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA					
UBICACIÓN:	CASERIOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO					
FECHA:	OCTUBRE DEL 2020					
SOLICITA	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO					
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL - NORMA: ASTM D-2216						
Calicata N°	C-1	C-1	C-1	C-2	C-3	C-3
Estrato	E-1	E-2	E-3	E-1	E-1	E-2
Profundidad	0.00 - 0.40M	0.40 - 0.85M	0.80 - 1.70M	0.60 - 1.70M	0.30 - 0.50M	0.50 - 1.70M
Tara + Suelo Húmedo (gr.)	39.70	32.6	72.7	45.40	36.90	33.90
Tara + Suelo Seco (gr.)	37.60	32.3	70.7	42.30	36.50	32.80
Peso de Agua (gr.)	2.10	0.50	2.00	3.10	0.40	1.10
Peso de Tara (gr.)	15.00	14.8	50.8	14.70	15.30	14.80
Peso de Suelo Seco (gr.)	22.60	17.30	19.90	27.60	21.20	18.00
Humedad (%)	9.29	2.89	10.05	11.23	1.89	6.11



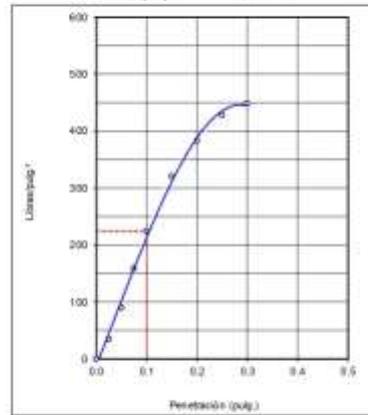
PROYECTO	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VEGINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA
SOLICITA	PROYECTISTA
FECHA	OCTUBRE DEL 2020
MUESTRA	C-5

**MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (NTP 339.145)**

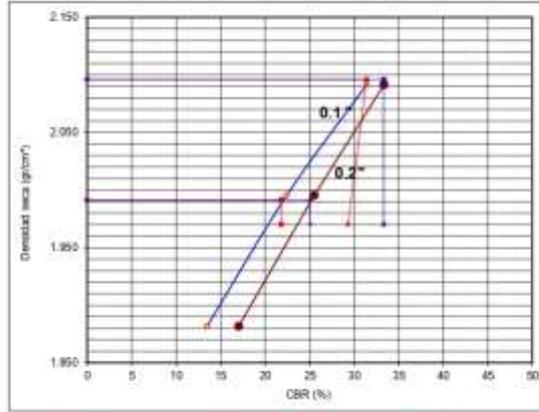
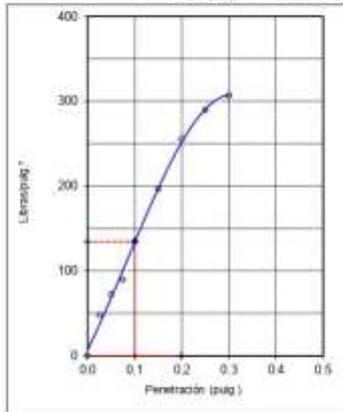
**56 GOLPES**  
 CBR (0.1) : 31.4 %  
 CBR (0.2) : 33.3 %



**25 GOLPES**  
 CBR (0.1) : 22.4 %  
 CBR (0.2) : 25.5 %



**59 GOLPES**  
 CBR (0.1) : 13.5 %  
 CBR (0.2) : 17.0 %



DENSIDAD SECA : 1.720  
 HUMEDAD OPT : 8.10%

CBR (0.1) al 95 % : 21.3 %  
 CBR (0.1) al 100 % : 31.4 %

CBR (0.2) al 95 % : 25.9 %  
 CBR (0.2) al 100 % : 33.3 %



**MORELU EIRL**  
Ingeniería  
Construcciones &  
Geotecnia

**MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**  
(NTP 339.145)

PROYECTO:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA
SOLICITA:	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTELLO
FECHA:	OCTUBRE DEL 2020
INVESTRA:	C-5

N° De Capas	5 capas			
	9		3	12
N° De Molde	58		26	12
N° De Golpes				
Peso del molde+suelo húmedo ( gr )	9192		8960	8765
Peso del molde ( gr )	3990		4007	4030
Peso del suelo húmedo ( gr )	5202		4953	4736
Volumen del molde ( cm³ )	2307		2309	2328
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.255		2.153	2.034
Humedad %	7.82		7.93	8.09
Densidad seca (gr/cm³)	2.091		1.995	1.862

**EXPANSION**

Fecha	Hora de Inicio/fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
10:00 AM		0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0
10:00 AM		96	0.000	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0

**PENETRACION**

Prueba Análogica

Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg.)	Carga Estd. (lb/pulg²)	Carga			Corregida			Carga			Corregida			
			Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	
0.000					0.000					0.000				0.000	
0.025	30"		15.0		51.7			10.0		34.5			14.0		48.3
0.050	1'		41.0		141.4			26.0		89.7			21.0		72.4
0.075	1'30"		62.0		213.8			46.0		158.7			26.0		89.7
0.100	2'	1,000	91.0		313.9			65.0		224.2			39.0		134.5
0.150	3'		119.0		410.4			93.0		320.8			57.0		196.6
0.200	4'	1,500	145.0		500.1			111.0		382.8			74.0		255.2
0.250	5'		165.0		569.1			124.0		427.7			84.0		289.7
0.300	6'	1,900	188.0		648.4			130.0		448.4			89.0		307.0
0.350	7'														
0.400	8'	2,300													
0.450	9'														
0.500	10'	2,600													

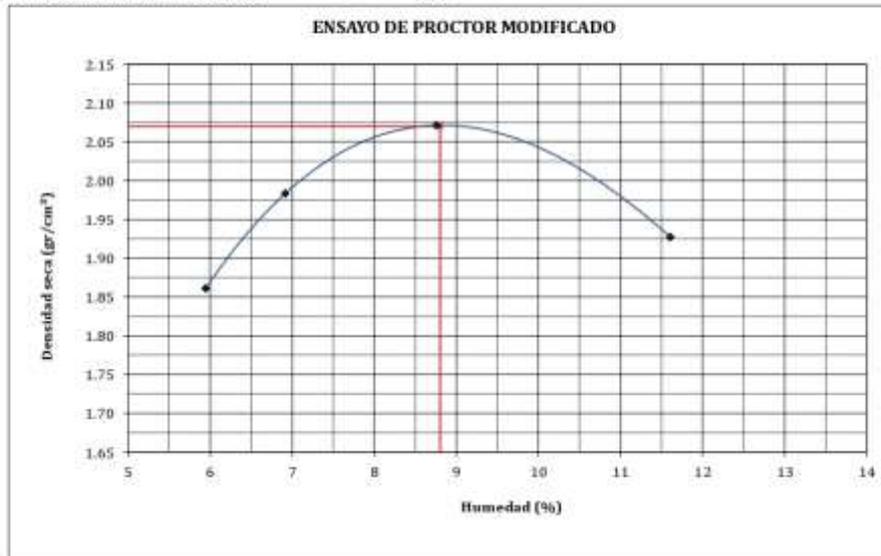
Anillo N° : 50 KN Capacidad : 10,000 Lbs. Sobrecarga : 15 Lbs. Constante :  $y=23.343 + 2.62(x)$

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-100					
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA				
<b>SECTOR:</b>	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO				
<b>MUESTRA:</b>	M-1				
<b>FECHA</b>	OCTUBRE DEL 2020				
<b>SOLICITA:</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO				
Compactación					
Prueba N°	1	2	3	4	
Numero de capas	5	5	5	5	
Numero de golpes	56	56	56	56	
Peso suelo + molde (gr.)	6970	7285	7566	7350	
Peso molde (gr.)	2788	2788	2788	2788	
Peso suelo compactado (gr.)	4182	4497	4778	4562	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2121	2121	
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.972	2.120	2.253	2.151	

**Humedad (%)**

Tara N°	#06	#09	#07	#10
Tara + suelo húmedo (gr.)	80.00	72.10	73.00	84.50
Tara + suelo seco (gr.)	78.30	70.60	71.10	80.60
Peso de agua (gr.)	1.70	1.50	1.90	3.90
Peso de tara (gr.)	49.70	48.90	49.40	47.00
Peso de suelo seco (gr.)	28.60	21.70	21.70	33.60
Humedad (%)	5.94	6.91	8.76	11.61
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.861	1.983	2.071	1.927

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **2.07**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **8.80**





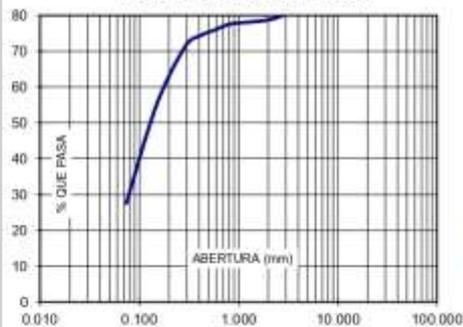
**MORELU EIRL**  
Ingeniería  
Construcciones &  
Geotecnia

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422	
OBRA:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA
SOLICITA:	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO
MUESTRA:	C-5 M-1
UBICACIÓN:	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO
FECHA:	OCTUBRE DEL 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	
PESO SECO INICIAL	500.00
PESO SECO LAVADO	362.10
PESO PERDIDO POR LAVADO	137.90

TAMIZ		C-5			
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.750	76.00	15.20	15.20	84.80
Nº10	2.360	27.70	5.54	20.74	79.26
Nº20	0.850	8.00	1.60	22.34	77.66
Nº30	0.600	7.70	1.54	23.88	76.12
Nº40	0.420	8.30	1.66	25.54	74.46
Nº50	0.297	13.50	2.70	28.24	71.76
Nº100	0.150	83.00	16.60	44.84	55.16
Nº200	0.074	137.90	27.58	72.42	27.58
PLATO		137.90	27.58	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

CURVA GRANULOMETRICA

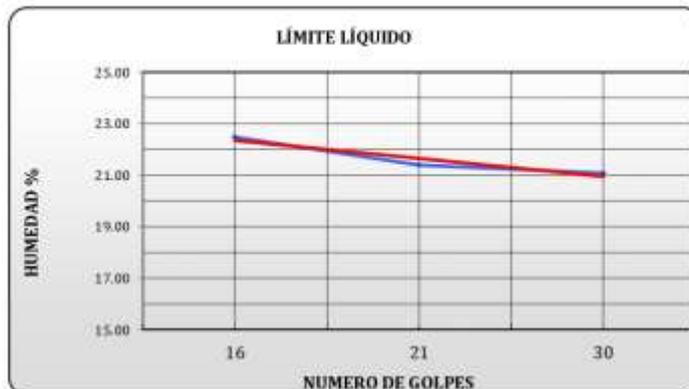


MUESTRAS	M-1
GRAVAS	15.20
ARENAS	57.22
LIMOS - ARCILLAS	27.58
LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLÁSTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP
PESO ESPECÍFICO	1.65
CLASIFICACIÓN SUCS	SM
CLASIFICACION AASHTO	A-2-4
OBSERVACIONES	
ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD Y MEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL.	



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS			
OBRA:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA		
UBICACIÓN:	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO		
FECHA:	OCTUBRE DEL 2020		
SOLICITA	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO		
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL - NORMA: ASTM D-2216			
Calicata N°	C-1	C-2	C-3
Estrato	E-1	E-1	E-1
Profundidad	0.35 - 1.50M	0.20 - 1.50M	0.30 - 1.50M
Tara + Suelo Húmedo (gr.)	129.00	112.10	94.50
Tara + Suelo Seco (gr.)	117.30	101.40	92.30
Peso de Agua (gr.)	11.70	10.70	2.20
Peso de Tara (gr.)	50.90	28.60	49.60
Peso de Suelo Seco (gr.)	66.40	72.80	42.70
Humedad (%)	17.62	14.70	5.15

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318							
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA						
<b>MUESTRA:</b>	<b>C-1 / M-1</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO						
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2020						
<b>SOLICITA</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO						
LIMITE LIQUIDO							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
16	9	75.60	70.70	4.90	48.9	21.80	22.48
21	A-1	72.70	68.70	4.00	50.0	18.70	21.39
30	5	75.40	70.70	4.70	48.4	22.30	21.08
LIMITE PLASTICO							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO
12-A	74.70	66.70	8.00	49.4	17.30	46.24	
14	70.80	64.10	6.70	49.6	14.50	46.21	46.22



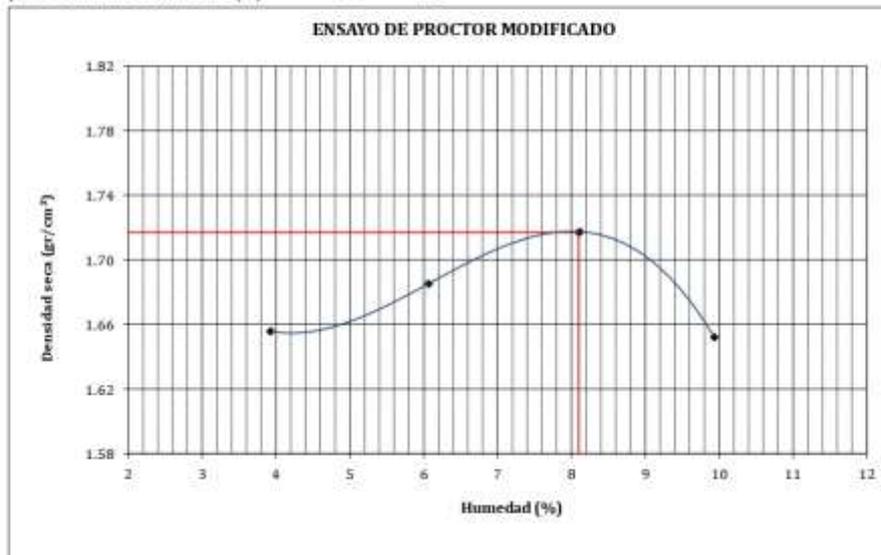
LL =	19.10
IP =	-27.12

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180					
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA				
<b>SECTOR:</b>	CASERÍO YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO				
<b>MUESTRA:</b>	C-5				
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2020				
<b>SOLICITA:</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO				
Compactación					
Prueba N°	1	2	3	4	
Numero de capas	5	5	5	5	
Numero de golpes	56	56	56	56	
Peso suelo + molde (gr.)	6910	7050	7195	7110	
Peso molde (gr.)	3305	3305	3305	3305	
Peso suelo compactado (gr.)	3605	3745	3890	3805	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2095	2095	2095	2095	
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.721	1.788	1.857	1.816	

**Humedad (%)**

Tara N°	A-11	A-4	A-2	A-01
Tara + suelo húmedo (gr.)	128.70	129.50	136.90	130.50
Tara + suelo seco (gr.)	124.80	123.60	129.10	121.20
Peso de agua (gr.)	3.90	5.90	7.80	9.30
Peso de tara (gr.)	25.50	26.40	33.00	27.60
Peso de suelo seco (gr.)	99.30	97.20	96.10	93.60
Humedad (%)	3.9	6.1	8.1	9.9
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.656	1.685	1.717	1.652

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.72**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **8.10**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS									
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (NORMA D-A.S.T.M. D-1883)									
A.S.T.M. D-1883									
<b>OBRA</b>	:	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA</b>							
<b>SOLICITA</b>	:	<b>TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO</b>							
<b>LUGAR</b>	:	<b>CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO</b>							
<b>MUESTRA</b>	:	<b>C-6</b>							
<b>FECHA</b>	:	<b>OCTUBRE DEL 2020</b>							
PENETRACION	MOLDE No 1 12 golpes			MOLDE No 2 25 golpes			MOLDE No 3 56 golpes		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	2.80	38.02		10.40	72.73		24.50	137.14	
0.050	5.30	49.44		15.20	94.66		32.60	174.14	
0.075	9.00	66.34		24.30	136.23		38.90	202.92	
0.100	12.60	82.78	6.08	28.30	154.50	11.36	45.30	232.15	17.06
0.125	18.60	110.19		35.60	187.85		56.90	285.14	
0.150	25.30	140.80		40.20	208.86		65.40	323.97	
0.175	28.90	157.24		55.30	277.83		82.60	402.54	
0.200	35.30	186.48	13.71	68.20	336.76	24.75	98.90	477.00	35.06
0.225	40.20	208.86		74.30	364.63		106.50	511.71	
0.250	46.30	236.72		76.90	376.50		114.30	547.34	
0.300	52.60	265.50		82.50	402.08		125.20	597.13	

**CALIFORNIA BEARING RATIO**

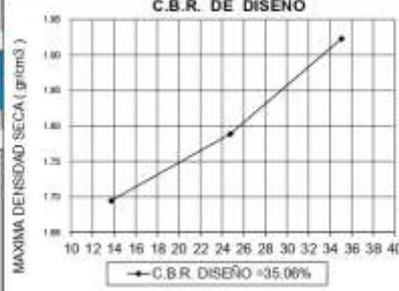


<i>GOLPES</i>	12.00	25.00	56.00
<i>Numero de capas</i>	5.00	5.00	5.00
<i>Humedad (%)</i>	10.83	10.83	10.83
<i>Peso del molde (gr)</i>	4,926.00	4,775.00	4,855.00
<i>P. molde + suelo hum. (gr)</i>	8,879.00	8,975.00	9,311.00
<i>Volumen del molde (cm3)</i>	2,104.86	2,118.73	2,091.03
<i>Densidad hum. (gr/cm3)</i>	1.88	1.98	2.13
<i>Densidad seca (gr/cm3)</i>	1.69	1.79	1.92
<i>C.B.R. a 0.1"</i>	6.08	11.36	17.06
<i>C.B.R. a 0.2"</i>	13.71	24.75	35.06

**C.B.R. DE DISEÑO**





**MORELU EIRL**  
Ingeniería  
Construcciones &  
Geotecnia

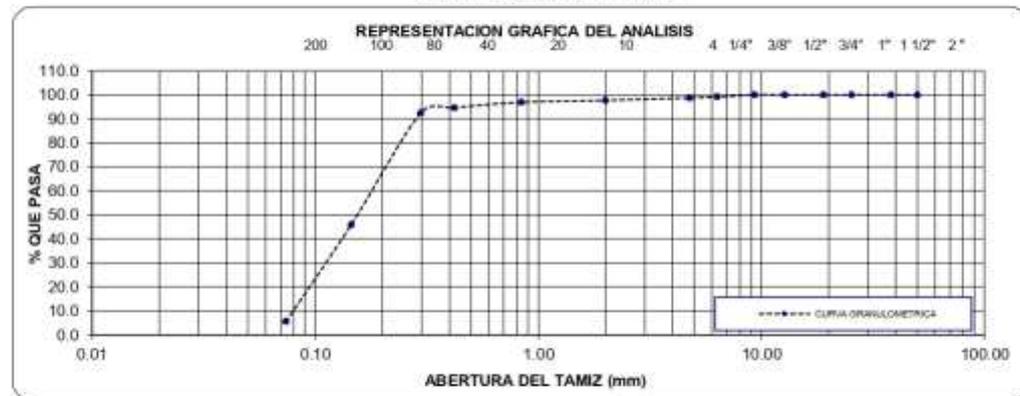
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA
SOLICITA:	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO
PROFUNDIDAD:	0.30 - 0.80 M
MUESTRA:	M-1 CALICATA: C-6

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.20	0	0.0	0.0	100.0	% PIEDRA = 1.3
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA = 93.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS = 5.7
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL = 100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso inicial 500.0
3/8"	9.30	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L. 27.60
1/4"	6.35	4.3	0.9	0.9	99.1	L.P. 25.54
Nº 4	4.76	2.0	0.4	1.3	98.7	I.P. 2.06
Nº 10	2.00	5.1	1.0	2.3	97.7	CLASIFICACION:
Nº 20	0.840	3.9	0.8	3.1	96.9	SUCS SP-SM
Nº 40	0.420	11.6	2.3	5.4	94.6	AASHTO A.3(0)
Nº 60	0.297	10.9	2.2	7.6	92.4	DESCRIPCION
Nº 100	0.145	232.7	46.5	54.1	45.9	Arena de grano fino con presencia de limos, de color gris claro, poca presencia de humedad, y de baja competencia.
Nº 200	0.074	201.0	40.2	94.3	5.7	
TOTAL		471.5				
PERDIDA	<200	19.7	3.9	98.2	1.8	
PESO INICIAL		500.00	ERROR	1.76%		

#### CURVA GRANULOMETRICA



RUC N° 20603598769  
MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR I ETAPA - PIURA - CASTILLA  
morelueirl@gmail.com



**MORELU EIRL**  
Ingeniería  
Construcciones &  
Geotecnia

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS									
OBRA:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA								
UBICACIÓN:	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO								
FECHA:	OCTUBRE DEL 2020								
SOLICITA	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO								
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL - NORMA: ASTM D-2216									
Calicata N°	C-1		C-2		C-3	C-4		C-5	
Estrato	E-2		E-2	E-3	E-2	E-1	E-2	E-1	E-2
Profundidad	0.65 - 1.50M		0.30 - 0.80M	0.80 - 1.50M	0.20 - 1.50M	0.00 - 0.35M	0.35 - 1.50M	0.00 - 0.40M	0.40 - 1.50M
Tara + Suelo Húmedo (gr.)	68.60	58.40	54.10	75.20	70.70	67.4	64.3	66.3	
Tara + Suelo Seco (gr.)	68.00	58.00	53.00	71.80	70.10	65.1	61.6	63.9	
Peso de Agua (gr.)	0.60	0.40	1.10	3.40	0.60	2.3	2.7	2.4	
Peso de Tara (gr.)	15.80	14.80	15.30	14.50	14.80	15	14.7	14.8	
Peso de Suelo Seco (gr.)	52.20	43.20	37.70	57.30	55.30	50.1	46.9	49.1	
Humedad (%)	1.15	0.93	2.92	5.93	1.08	4.59	5.76	4.89	

RUC N° 20603598769  
MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR I ETAPA - PIURA - CASTILLA  
morelueirl@gmail.com



**MORELU EIRL**  
Ingeniería  
Construcciones &  
Geotecnia

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318							
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA						
<b>MUESTRA:</b>	<b>C-6 M-1</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO						
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2020						
<b>SOLICITA</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO						
LÍMITE LIQUIDO							
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
17	14B	33.20	28.80	4.40	14.50	14.30	30.77
21	16A	32.00	28.31	3.69	15.30	13.01	28.36
29	17A	32.50	29.40	3.10	17.60	11.80	26.27
LÍMITE PLASTICO							
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LÍMITE PLASTICO
31	24.15	22.05	2.10	14	8.05	26.09	
37	24.60	22.20	2.40	12.6	9.60	25.00	25.54



<b>LL =</b>	<b>27.60</b>
<b>IP =</b>	<b>2.06</b>

RUC N° 20603598769

MZA. L1 LOTE. 13 C.H. COSSIO DEL POMAR I ETAPA - PIURA - CASTILLA

morelueirl@gmail.com

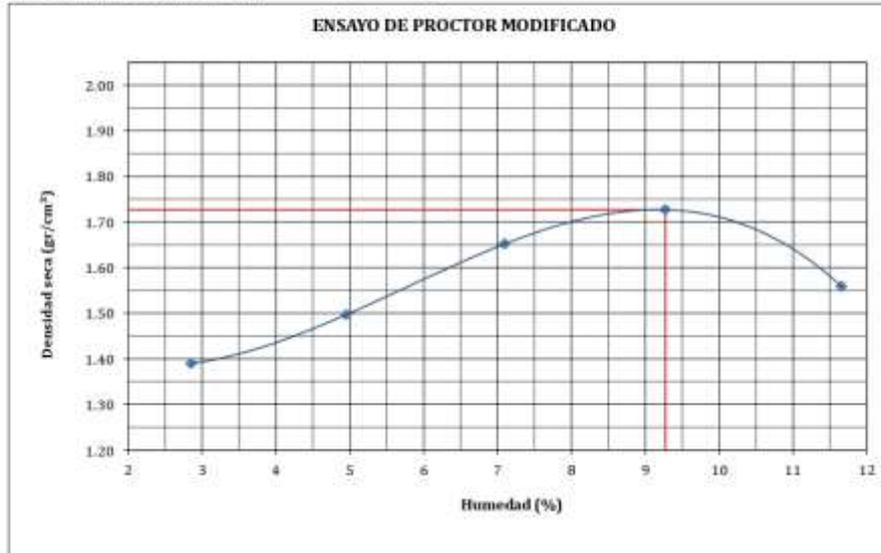
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180					
<b>OBRA:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA				
<b>SECTOR:</b>	CASERÍOS YAPATO, TAJAMAR Y PAMPA DE LORO				
<b>MUESTRA:</b>	C-6				
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE DEL 2020				
<b>SOLICITA:</b>	TESISTAS JOAO CASTRO, DIEGO CASTILLO				
Compactación					
Prueba N°	1	2	3	4	5
Numero de capas	5	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	5820	6120	6540	6790	6480
Peso molde (gr.)	2788	2788	2788	2788	2788
Peso suelo compactado (gr.)	3032	3332	3752	4002	3692
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2121	2121	2121
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.430	1.571	1.769	1.887	1.741

**Humedad (%)**

Tara N°	#19	#14	#30	#17	#28
Tara + suelo húmedo (gr.)	69.50	48.90	47.30	58.60	57.60
Tara + suelo seco (gr.)	68.00	47.30	45.20	54.90	53.10
Peso de agua (gr.)	1.50	1.60	2.10	3.70	4.50
Peso de tara (gr.)	15.40	15.00	15.60	15.00	14.50
Peso de suelo seco (gr.)	52.60	32.30	29.60	39.90	38.60
Humedad (%)	2.85	4.95	7.09	9.27	11.66
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.390	1.497	1.652	1.727	1.559

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.727

Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.27



## 9.2 Evidencias de la ejecución de la propuesta

### 9.2.1 Panel Fotográfico

Fotografía N°1:

Entrada e inicio del camino vecinal en estudio



Fotografía N°2:

Entrada al caserío Pampa de Loro



Fotografía N°3:

Vista de la situación actual del camino vecinal



Fotografía N°4:

Estación N°1 para el conteo vehicular



Fotografía N°5:  
Entrada al caserío Tajamar



Fotografía N°6:  
Excavación de calicata para obtener la muestra a ensayar



Fotografía N°7:

Medición del ancho del puente existente



Fotografía N°8:

Señalización del camino vecinal



Fotografía N°9:  
Entrada al caserío Yapato



Fotografía N°10:  
Vista de la situación actual del camino vecinal



Fotografía N°11:

Medición del ancho de calzada

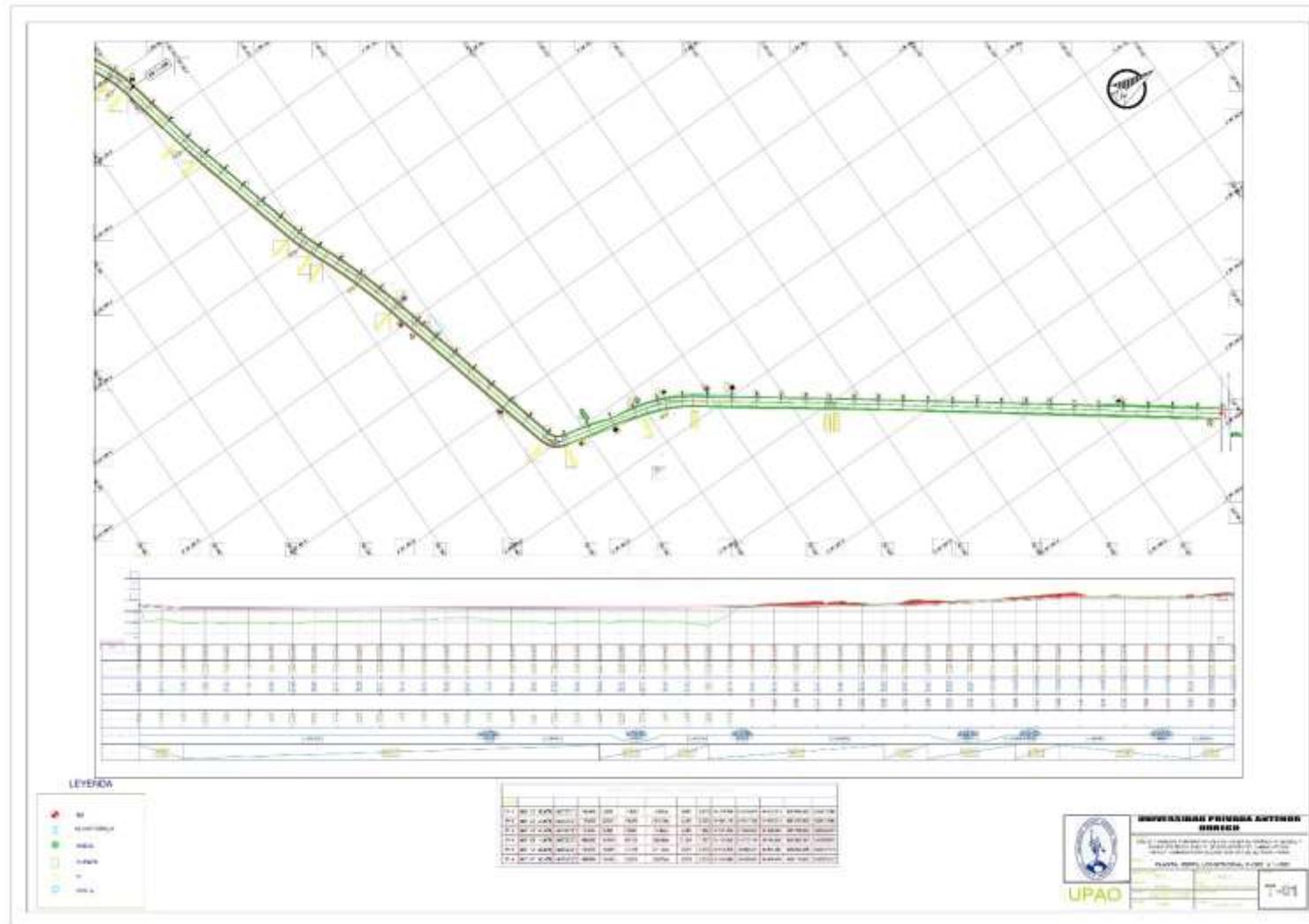


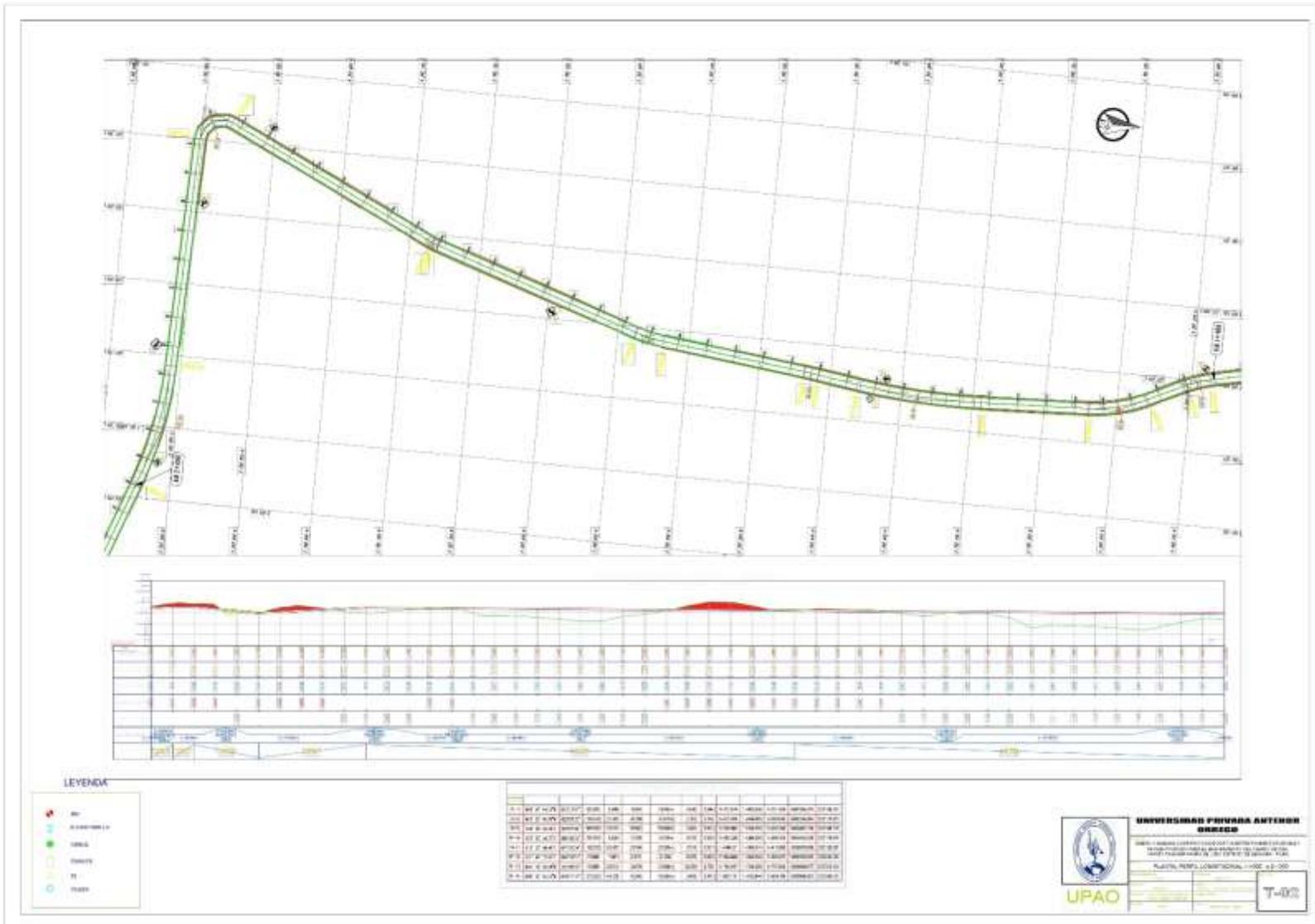
Fotografía N°12:

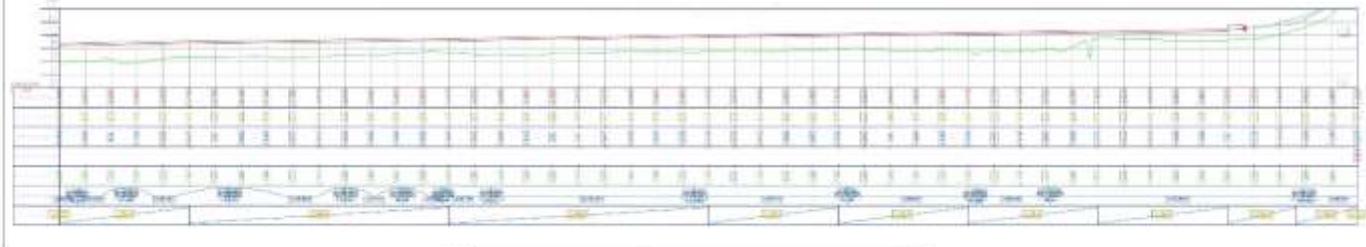
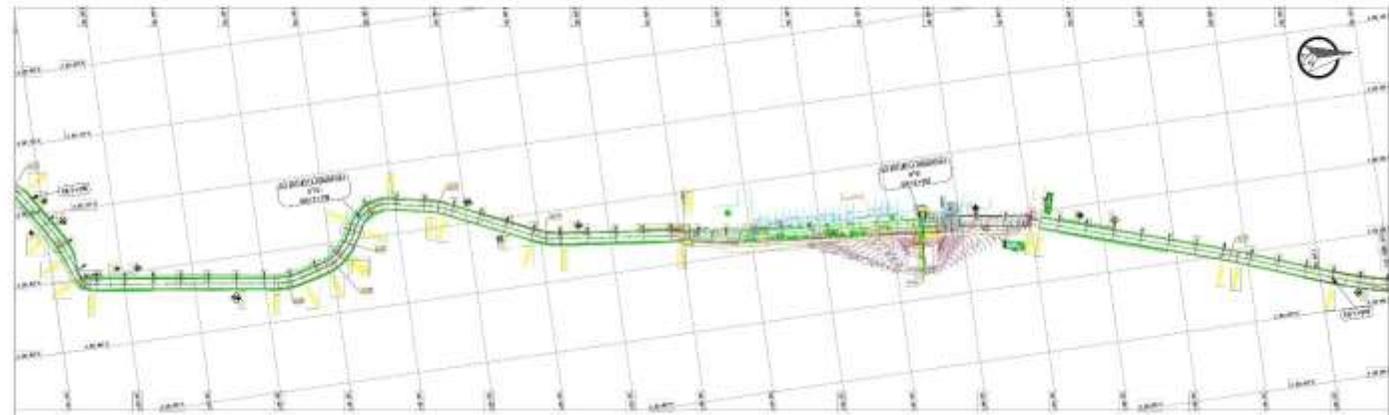
Estación N°2 para el conteo vehicular



## 9.2.2 Planos







STACION	ALCANTARILLA								
0+00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
0+50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0+75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
1+00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1+25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
1+50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1+75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
2+00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2+25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
2+50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
2+75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
3+00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
3+25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
3+50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
3+75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
4+00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
4+25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25
4+50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
4+75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75
5+00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
5+25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
5+50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
5+75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75
6+00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
6+25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
6+50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
6+75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75
7+00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
7+25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25
7+50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
7+75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75
8+00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
8+25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25
8+50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
8+75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75
9+00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
9+25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25
9+50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
9+75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
10+00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

**LEYENDA**

- OB
- ALBERGADO DE MATEO

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUZMÁN**

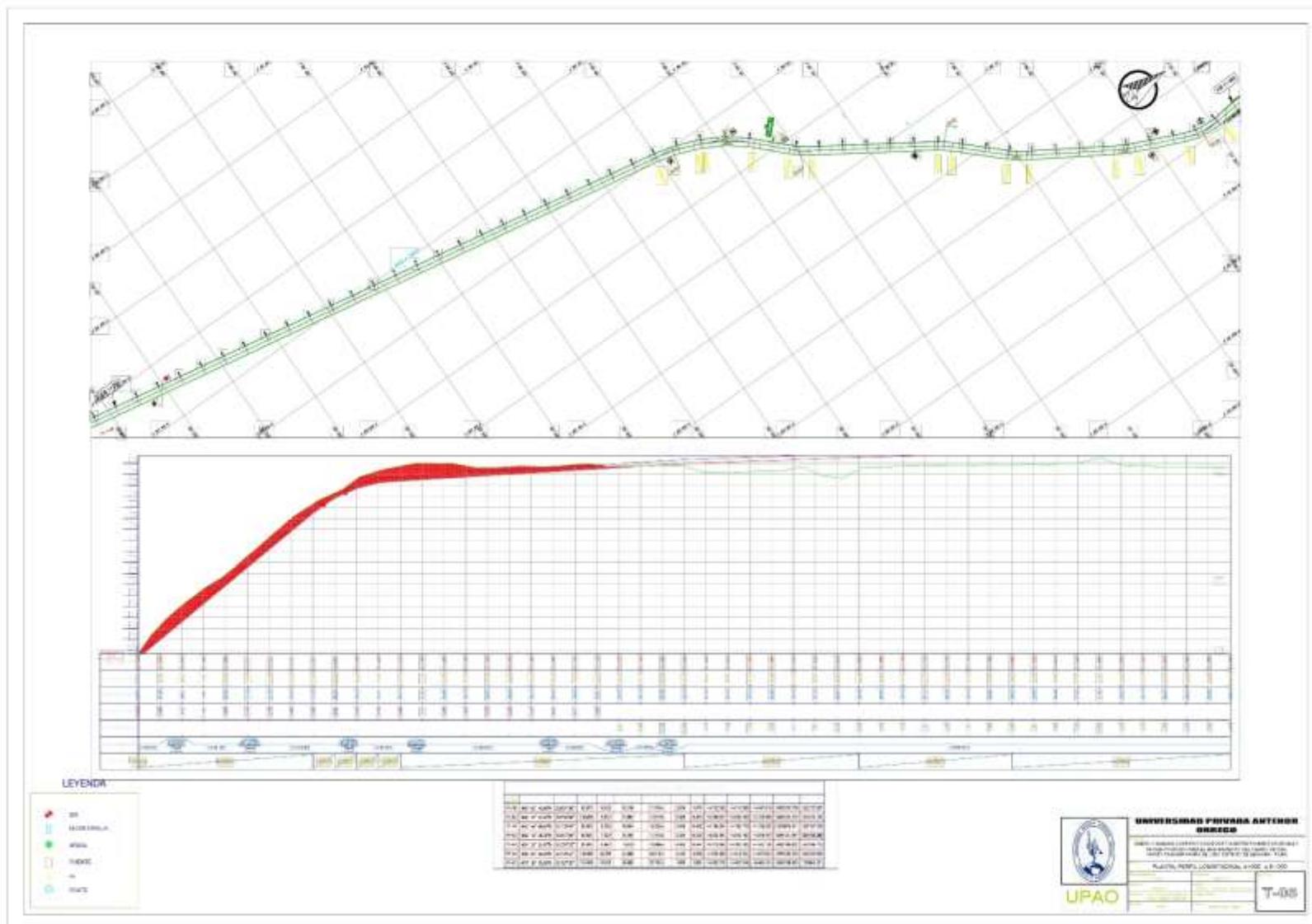
INSTITUTO VECINAL DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

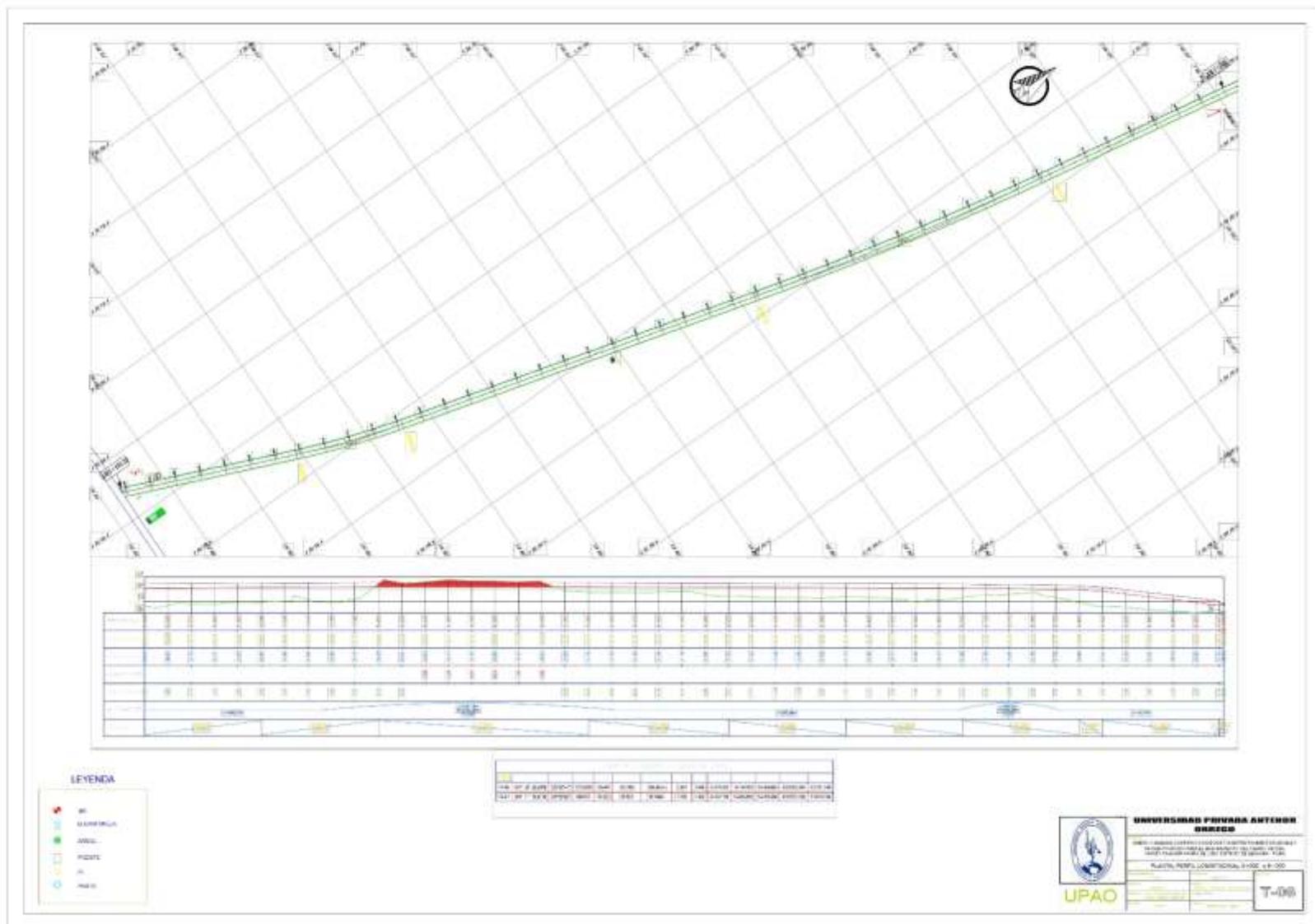
PLANTA PERFILES LONGITUDINALS-HOJA 2-B-00

**UPAO**

**T-05**







### 9.3 Resolución Directoral que aprueba el proyecto de investigación



**UPAO** | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 20 de octubre del 2020

#### RESOLUCIÓN N° 8946-2020-FI-UPAO

**VISTO**, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO – TAJAMAR - PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA", de los Bachilleres: CASTILLO ADRIANZEN, DIEGO ALONSO y CASTRO MARADIEGUE, JOAO JESUS, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

#### **CONSIDERANDO:**

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: Ing. TITO BURGOS SARMIENTO, Presidente; Ing. JOSE SERRANO HERNANDEZ, Secretario; Ing. FELIX PERRIGO SARMIENTO, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Prgrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

#### **SE RESUELVE:**

**PRIMERO:** APROBAR la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres CASTILLO ADRIANZEN, DIEGO ALONSO y CASTRO MARADIEGUE, JOAO JESUS, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una TESIS para optar el título profesional de INGENIERO CIVIL.

**SEGUNDO:** APROBAR y DISPONER la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO - TAJAMAR - PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA".

**TERCERO:** COMUNICAR a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de UN AÑO para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

**REGÍSTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHÍVESE.**



*[Firma manuscrita]*  
Dr. Ángel Alandca Quenta  
DECANO

C. Díaz  
C. Arango  
C. Contreras PAST. 2020-09  
C. Hernández  
C. A.C. 2017/18

### 9.3.1 Resolución de Cambio de Jurado



**UPAO**

Facultad de Ingeniería  
Programa de Apoyo al Desarrollo de Tesis

Trujillo, 25 de diciembre del 2020

**CARTA N° 123-2020-PADT-FI-UPAO**

**Señor Doctor**  
**ANGEL FREDY ALANOCA QUENTA**  
Decano de la Facultad de Ingeniería  
UPAO Presente. -

**ASUNTO: CAMBIO DE JURADO DE TESIS**

**Referencia: RESOLUCIÓN N° 0780-2020-FI-UPAO**

De mi especial consideración:

Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo y, a la vez, elevo a su Despacho el **CAMBIO DE JURADO** de la Tesis: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO – TAJAMAR – PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA - PIURA" de (los) bachiller (es) CASTILLO ADRIANZEN DIEGO ALONSO y CASTRO MARADIEGUE JOAO JESUS, debido a que el siguiente docente se encuentra delicado de salud y con Descanso médico en el presente año:

1. FELIX PÉRRIGO SARMIENTO (VOCAL)

Por lo expuesto, en coordinación con la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil se propone al **Jurado Accesitario** que reemplace al Ingeniero Félix Pérrigo Sarmiento; en tal sentido solicito tenga a bien disponer la emisión de la Resolución respectiva de acuerdo a la siguiente propuesta de considerarlo conforme:

DOCENTE	DESIGNACIÓN	CIP	LINEA DE INVESTIGACIÓN
MARCELO MERINO MARTINEZ	VOCAL	77111	TRANSPORTES

Sin otro particular, es propicia la oportunidad para reiterarle mi estima personal.

Atentamente,

Atte,

**Ing° Jorge A. Vega Benites**  
Coordinador PADT

## 9.4 Constancia de asesor

### INFORME FINAL DE ASESORAMIENTO DE TESIS

**Señor :** Decano de la Facultad de Ingeniería  
**Asunto:** Informe final de asesoramiento de tesis  
**Fecha :** Trujillo, 28 de diciembre de 2020

De conformidad con el Artículo 33º del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la Resolución de Facultad N° -2020-FI-UPAO, el suscrito, docente asesor de la Tesis titulada:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE FRENTE A UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL YAPATO-TAJAMAR-PAMPA DE LORO DISTRITO DE SECHURA – PIURA, de (los) Bachilleres: **Diego Alonso Castillo Adrianzen** y **Joao Jesus Castro Maradlegue**; cumplo con informar sobre el asesoramiento realizado, detallando lo siguiente:

Se debe indicar que los bachilleres han cumplido las etapas y cronograma establecidos en PADT, Asimismo se ha cumplido con todo el proceso de investigación de acuerdo a lo planteado en el proyecto de tesis, además la tesis reúne la calidad académica exigida por nuestra universidad.

Por lo expuesto, agradeceré a usted, tomar en consideración el presente trabajo, para su evaluación y emisión del dictamen que corresponda por parte del jurado.

Atentamente,

Asesor

Dr. Ing. Oswaldo Hurtado Zamora  
CIP: 63712

Adjunto:

- Reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Turnitin y firmado por el suscrito, que no supera el 20%.

