



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible  
de la Avenida La Marina - Distrito Moche - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTOR(ES):**

Ronceros Leon Ricardo Steven (ORCID: 0000-0001-8131-7090)

Vera Ruiz Anadela (ORCID: 0000-0002-2902-0174)

**ASESOR:**

MG. Horna Araujo Luis Alberto (0000-0002-3674-9617)

MG. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Construcción Sostenible Diseño de  
Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Dedicado para mis hijos Thiago y Antonella, mi madre Rosa León que sentó en mi la base de responsabilidad y deseo de superación, siendo siempre el principal soporte económico y emocional en cada etapa de mi carrera universitaria; para ellos con mucho amor.

Autor: Ricardo Steven Ronceros León

Dedico esta Tesis a mis padres Vicente Paul Vera Acevedo y Alcina Ruiz Anticona, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para llegar a ser profesional.

A mis hermanas y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día, en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

Autor: Anadela Vera Ruiz

## **Agradecimiento**

Dedicado en primera instancia a Dios, por darme la oportunidad de alcanzar mi objetivo trazado, a mi madre Rosa León Asencio por el esfuerzo insuperable que realizó para lograr el objetivo y a mi abuelo Ruperto León Otiniano por los valores y el apoyo que puso sobre mí.

Autor: Ricardo Steven Ronceros León

Primero agradecer a Dios por brindarme la vida y la sabiduría que se necesita para poder llegar hasta donde estoy. A mis padres por el impulso que me brindaron cada día y no me dejaron rendirme en ningún momento. A mis docentes por tener la paciencia, sé que no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes y su inmensa bondad y apoyo nos ayudaron a cumplir con nuestra meta que es nuestra carrera profesional.

Autor: Anadela Vera Ruiz

## INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Índice de contenido.....	IV
Índice de tablas.....	V
Índice de gráficos y figuras.....	VI
Resumen.....	VIII
Abstract.....	XI
I. INTRODUCCION.....	01
II. MARCO TEORICO.....	01
III. METODOLOGIA.....	23
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	23
3.2 Variables y opracionalización.....	25
3.3 Población muestra, muestreo, unidad de análisis.....	26
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	26
3.5 Procedimiento.....	30
3.6 Método de análisis de datos.....	34
3.7 Aspectos éticos.....	42
3.8 Desarrollo del proyecto de tesis.....	43
IV. RESULTADOS.....	60
V. DISCUSION.....	67
VI. CONCLUSIONES.....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	73
VIII. REFERENCIAS.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de variables.....	25
Tabla 2: Matriz de clasificación de variables.....	80
Tabla 3: Instrumento y validación.....	28
Tabla 3.2: Indicadores de variables.....	81
Tabla 4: Conteo vehicular.....	44
Tabla 5: Tasas de crecimiento.....	45
Tabla 6: Factor de distribución direccional y carril – MTC.....	47
Tabla 6.1: Factor de distribución direccional y carril – MTC.....	47
Tabla 7: Cuadro de coordenadas de calicatas.....	49
Tabla 8: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalente – MTC.....	51
Tabla 9: Valores recomendados de nivel de confiabilidad.....	52
Tabla 10: Coeficientes de desviación estándar.....	53
Tabla 11: Coeficientes estructurales de las capas de pavimento.....	55
Tabla 12: Coordenadas inicio y fin de la Avenida La Marina – Distrito de Moche...57	57
Tabla 13: Resultados obtenidos a partir del conteo vehicular.....	60
Tabla 14: Resultado ESAL de diseño W18.....	60
Tabla 15: Resumen de informe técnico de estudio de suelos.....	63
Tabla 15: Resumen de CBR por sondaje.....	63
Tabla 16: Coordenadas de puntos topográficos.....	103-113

## INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Diseño de investigación.....	24
Figura 2: Procedimiento de investigación.....	30
Figura 3: Ubicación Avenida La Marina – Fuente Google Earth.....	33
Figura 4: Cantidad de vehículos por día.....	34
Figura 5: Resultado de estudio de suelos C-1.....	35
Figura 6: Resultado de estudio de suelos C-2.....	36
Figura 7: Resultado de estudio de suelos C-3.....	37
Figura 8: Resultado de estudio de suelos C-4.....	38
Figura 9: Resultado de estudio de suelos C-5.....	39
Figura 10: Resultado de estudio de suelos C-6.....	40
Figura 11: CBR/progresiva Av. La Marina – Moche.....	41
Figura 12: Nuevos espesores de capa.....	41
Figura 13: Capas de pavimento.....	42
Figura 14: Imagen satelital de la Av. La Marina – Moche.....	58
Figura 15: Resultados criterio de diseño.....	64
Figura 16: Fórmula básica para pavimentos flexibles AASHTO 93.....	64
Figura 17: Coeficientes estructurales de capa.....	64
Figura 18: Diseño de pavimento flexible Av. La Marina – Moche.....	65
Figura 19: Plano topográfico Av. La Marina – Moche.....	66
Figura 20: Estudio de clasificación vehicular.....	82
Figura 21: Formato de estudio de suelos.....	83
Figura 22: Conteo vehicular.....	84

Figura 22.1: Conteo vehicular.....	84
Figura 22.2: Conteo vehicular.....	84
Figura 22.3: Registro de coordenadas.....	84
Figura 24: Recolección de muestras de suelo.....	85
Figura 25: Recolección de muestras de suelo.....	85
Figura 26: Conteo de vehículos 02/05/21.....	86
Figura 27: Conteo de vehículos 03/05/21.....	87
Figura 28: Conteo de vehículos 04/05/21.....	88
Figura 29: Conteo de vehículos 05/05/21.....	89
Figura 30: Conteo de vehículos 06/05/21.....	90
Figura 31: Conteo de vehículos 07/05/21.....	91
Figura 32: Conteo de vehículos 08/05/21.....	92
Figura 33: Cálculo ESAL W18 de diseño.....	93
Figura 34: Resultados de Estudio de suelos.....	94-101
Figura 35: Cálculo de paquete estructural.....	102
Figura 36: Plano topográfico.....	114
Figura 37: Porcentaje de similitud turnitin.....	114

## Resumen

El siguiente proyecto de investigación se desarrolló en la Avenida La Marina, Distrito de Moche – Trujillo – La libertad. Debido a que la avenida en mención se encontraba en condiciones precarias afectando la transitabilidad de la zona. La presente tesis es de diseño no experimental, transversal, descriptivo. El tramo consta de 2.5 Km y el objetivo es realizar un mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible, mejorando las condiciones de la vía para un periodo de diseño. El desarrollo del proyecto se inició con la recolección de datos mediante fichas de observación en el cual se pudo registrar la cantidad de vehículos que pasan por la avenida para posteriormente calcular el tránsito de diseño. Luego se extrajeron muestras mediante calicatas y fueron analizadas en un laboratorio de mecánica de suelos donde obtuvo resultados, con el apoyo de un GPS se realizó la toma de coordenadas UTM para luego realizar un levantamiento topográfico digital mediante el programa Google Earth. Con estos datos obtenidos se realizó la aplicación del método AASHTO 93 donde encontramos espesores de capa de la estructura del pavimento y de esta manera se mejora el diseño del pavimento flexible existente, dando un impacto positivo en la zona de estudio.

Palabra clave: Mejoramiento, pavimento, Avenida La Marina

## **Abstract**

The following research project was developed on Avenida La Marina, District of Moche - Trujillo - La Libertad. Due to the fact that the avenue in question was found in precarious conditions affecting the passability of the area. This thesis is of a non-experimental, cross-sectional, descriptive design. The section consists of 2.5 km and the objective is to improve the structural design of the flexible pavement, improving the road conditions for a design period. The development of the project began with the collection of data through observation cards in which it was possible to record the amount of passing through the avenue to later calculate the design traffic. Then samples were extracted by means of test pits and were analyzed in a soil mechanics laboratory where results were obtained, with the support of a GPS, the UTM coordinates were taken and then carried out a digital topographic survey using the Google Earth program. With these data obtained, the application of the AASHTO 93 method was carried out, where we found layer thicknesses of the pavement structure and in this way the design of the existing flexible pavement is improved, giving a positive impact on the study area.

Keyword: Improvement, pavement, Avenida La Marina

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Desde el inicio de nuestra época, el ser humano siempre se ha caracterizado por ser exigente en comunicarse e interrelacionarse, motivo por el cual, con el paso del tiempo, desarrollaron diversos métodos para lograrlo, entre ellos la construcción de caminos o carreteras; llegando a convertirse en el principal diligente del transporte en el mundo; este a su vez, ha sido desde entonces una de las bases fundamentales para la introducción del ser humano en el desarrollo socioeconómico, educación y salud; posibilitando el abastecimiento de bienes y servicio en la globalización; es decir, es muy importante para alcanzar las metas de sostenibilidad. Se estima a nivel mundial que, para el año 2050 en los núcleos urbanos se contará con unos 5400 millones de habitantes, cantidad similar a las dos terceras partes de habitantes en el planeta y la suma de vehículos en actividad se reproducirá alcanzando los 2000 millones en el mencionado año. Ante esto, la acelerada sobrepoblación en el mundo nos da la oportunidad de poder desarrollar sistemas viales acordes a la realidad, con características más sostenibles. Son las ciudades emergentes que por su gran demanda vivirá la población en su mayoría y es ahí donde aparece claramente la oportunidad de mejora, en la creación de infraestructura moderna, con serviciabilidad requerida y/o mejorar los diseños ya existentes. (Banco Mundial, 2017).

En estudios realizados en México, se ha determinado de que, al mejoramiento del diseño estructural se le suma el correcto empleo de los materiales en la construcción y las condiciones de trabajo, es decir, es fundamental considerar la tecnología de pavimentos, tanto en México y posiblemente en todo el mundo, se impone la obligación de administrar el riesgo referente, es decir, promoviendo los superiores en las capas superficiales y minimizando en las capas bajas, con la finalidad de que en los posteriormente se pueda alcanzar niveles de conservación y/o reconstrucción pero de manera superficial; de igual manera, el comportamiento de un pavimento flexible es dependiente de las condiciones no tomadas en cuenta, en la aplicación del diseño en si, como

por ejemplo las condiciones de drenaje, temperatura; entre otras (Rico, Téllez y Garnica, 1198).

Otros estudios realizados en Colombia, referidos al diseño de pavimentos evidencian que tanto las pruebas de geotecnia y el estudio de tránsito determinan valores relevantes en la aplicación del diseño estructural de pavimentos, así mismo, indica importancia para trabajar con materiales de buena calidad; describiendo que dichos factores acondicionan una vía para mejorar el servicio de tránsito, permitiendo el paso tanto de vehículos pesados como de baja carga, prestando así un servicio vial de calidad, rápido, seguro y confiable (Ospina, 2019).

Así mismo, estudios como los realizados en Australia, describen una similitud entre el diseño de pavimentos flexibles en carreteras como en aeródromos, destacando valores referidos a las deformaciones que se presentan en el pavimento al ser expuesto al peso de vehicular o al de las aeronaves, en tal sentido, estas acciones han impulsado el estudio de nuevas pruebas para mejorar las técnicas de diseño estructural de pavimentos con la finalidad de determinar los espesores necesarios que otorguen características idóneas al pavimento (Wardle y Rodway, (2010).

El Perú no es ajeno en cuanto a estudios realizados referentes al mejoramiento del diseño estructural de un pavimento flexible, es por tal que, de los estudios que se han hecho en distintas tesis han determinado que la aplicación de metodologías como la AASHTO es adecuada para calcular el número estructural y que a la vez, esta metodología es apoyada con el correcto estudio de tráfico, parámetros estadísticos, parámetros de serviciabilidad, calidad de drenaje y propiedades de las capas del pavimento (Mendoza, 2019).

El departamento de la Libertad viene siendo afectado por un vasto crecimiento poblacional, es así que para el 2018 se tenía una población de 1 938 501 habitantes y se estimaba que para el 2020 se contaría con una población que

bordea los 2 016 771 habitantes, Trujillo a su vez contaba con una población de 1 060 030 habitantes para el 2018 y para el 2020 se proyectaba un incremento a 1 118 724 habitantes es decir, viene experimentando un crecimiento urbano considerable, esto, implica a su vez la creación de nuevos caminos que unan las principales vías o que en su defecto aquellas vías que estaban proyectadas como calles o pasajes tengan en la actualidad el uso de avenidas o vías principales, dichas calles diseñadas en ese entonces por la necesidad que estas implican para la sociedad, han sido basándose en datos y proyecciones que en la actualidad han sido superados, un caso en particular es el de la Av. La Marina, en el distrito de Moche; ya que en el 2018 contaba con una población de 40 336 habitantes y que se proyecta en el 2020 una población que supere los 42 798 habitantes, donde el diseño estructural del pavimento en la actualidad no satisface las condiciones óptimas para otorgar una buena serviciabilidad, por lo cual, surge así la necesidad de realizar el mejoramiento del diseño estructural de la mencionada avenida (INEI, 2020).

En base al informe de Provias Nacional (2008), se establece que el mejoramiento del diseño estructural en la Avenida la Marina en el distrito de Moche implicará realizar un nuevo estudio de parámetros, tales como:

- Tráfico de Diseño.
- Sectorización de la Avenida la Marina con fines de diseño de pavimento.
- Descripción de la estratigrafía de los sectores homogéneos.
- Parámetros de diseño propios de la metodología AASHTO.

(Aristizabal, Hoyos, Gil, 2014) Encontraron que, para realizar un diseño estructural de un pavimento flexible, es muy importante ejecutar estudios de mecánica de suelos y tráfico, antes de iniciar el diseño, así mismo la metodología AASTHO relaciona factores como, desviación estándar, factor de distribución del carril, drenaje, confiabilidad, serviciabilidad y ejes equivalentes.

(Amaya, 2019) Encontró que la exploración geotécnica para el diseño del pavimento tuvo como objetivo conocer el material de la subrasante, para lo cual se realizaron un total de once calicatas, espaciadas aproximadamente 500 m de longitud y a una profundidad de 1.5 m de la rasante actual, destacando así la importancia de realizar el estudio de suelos y a la de determinar una cantidad específica de calicatas, con la finalidad de que el estudio no se vuelva costoso y sobre pase los tiempos estimados.

(Montealegre, 2019) Encontró que un pequeño porcentaje de vías habían sido asfaltadas y enfatizó en la importancia de proponer estructuras de pavimentos flexibles para vías terciarias donde se proponga el asfalto natural como capa de rodadura, buscando así optimizar los recursos en cuanto a procesos constructivos, mano de obra y disponibilidad del material y así mejorar la infraestructura vial en las zonas rurales.

Estudios realizados con anticipación en cuanto al diseño estructural de un pavimento flexible aplicando la metodología AASHTO, evidencia su eficacia y buena práctica en nuestro país, a esto hay que sumarle los aportes mencionados en los estudios que se realizaron en otros países incluido el nuestro, referente a la importancia que conlleva la correcta toma de datos y sobre todo al uso de materiales que certifiquen una calidad óptima, todo ello con la finalidad de que las estimaciones de la carga vehicular proyectada sea la correcta y nuestro pavimento responda a las exigencias a las cuales será sometido durante su periodo de diseño.

Como referencia tenemos a la empresa O&R INGENIEROS SAC con ruc 20482252509, que ejecutó el mejoramiento del servicio de transitabilidad peatonal y vehicular en la calle principal del anexo de pueblo nuevo, desde la I:E Señor De Los Milagros hasta el puente Pueblo Nuevo en el distrito de Pataz, Pataz – La Libertad en el mes de agosto del 2020, ya que es un proyecto que brinda un diseño de pavimento acorde a los IMD de la zona.

Otra referencia de obras similares al presente proyecto de investigación es la empresa INVERSIONES Y EDIFICACIONES ANBLA SAC con ruc 2060455564, ya que fue la encargada de ejecutar la reconstrucción del

camino vecinal tramo Carhuabamba – Pampe Rosas – punta de carretera, en el distrito de pataz, Pataz en el mes de junio del 2020; una ruta muy concurrida por los lugareños, mejorando el diseño estructural de la vía ya existente.

En la actualidad el total de la infraestructura vial en el departamento de la Libertad no se encuentra en un buen estado, siendo las ciudades las que muestran una mayor evidencia de ello, como es el caso de la ciudad de Trujillo y sus distritos, esto debido a la falta de administración y planeación de métodos para la mejora de la infraestructura o aplicar proyectos de conservación vial que mantengan las condiciones óptimas de transitabilidad. Es por ello que preservar la infraestructura vial es de suma importancia tanto para el poblador, como para el visitante.

La Av. La Marina se caracteriza por ser muy concurrida ya que por ella circulan vehículos que se dirigen a una de las Playas trujillanas como es La Delicia, la cual es un de las pocas playas que en la actualidad se encuentra apta para ser visitada, pero el tramo presenta déficit en la calidad del pavimento asfáltico, ya que, presenta numerosas fallas como baches, ahuellamientos, fisuras del tipo piel de cocodrilo y otras patologías a las que el pavimento flexibles se ve expuesto ante un mal diseño o la falta de mantenimiento; esto viene generando un malestar para la población en general y para los conductores que circulan por la mencionada avenida.

En una entrevista realizada a la gerente de obras de la municipalidad provincial de Trujillo Liz Arroyo Rubio mencionó que en esta vía no se ha realizado una subbase de asfalto lo que género que gran cantidad de agujeros, que afectan a vehículos de transporte público y privado (Trujillo en Línea, 2015).

Todo lo antes descrito, evidencia el por qué, del deterioro de la capa de rodadura y a su vez la necesidad de realizar un nuevo estudio con miras a desarrollar el mejoramiento del diseño estructural de la avenida; que, al ser ejecutada, brindará serviciabilidad, confort al usuario, fuentes de trabajo para el poblador, minorar el riesgo de accidentes y entre otros factores positivos.

Se plantea así realizar un nuevo diseño estructural y de esta manera mejorar el diseño existente, para lo cual se usará la metodología AASHTO, con la cual se logrará diseñar una estructura del pavimento adecuado para el patrón de tráfico que en la actualidad circula por la avenida en estudio y a su vez para el tráfico estimado de acuerdo con el periodo de diseño. De no efectuarse dicho estudio, conllevará a que la avenida acelere su deterioro, generando malestar tanto para el poblador que habita alrededor de la avenida y el que transita por ella, esto generará un aumento de polvo al transitar de los vehículos y esto a su vez puede desenfocar un aumento de enfermedades respiratorias, así mismo, para las personas que circula con su vehículo, les ocasionará mayor afectación a los vehículos, e incluso puede ocasionar accidentes vehiculares.

## **I.2 Planteamiento del problema**

¿Cuál es el mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de la avenida La Marina, distrito de Moche, 2021?

## **I.3 Justificación**

La red vial es muy importante para el desarrollo sostenido y crecimiento de un país, sin embargo, en Latinoamérica existen problemas muy serios en cuanto a infraestructuras vial y esto representa una gran desventaja competitiva para la región (Guzmán, 2015). En el país, muchas de las pistas de las principales avenidas de las ciudades se encuentran en mal estado, en el caso de la avenida La Marina, en la ciudad de Trujillo, presenta un déficit en la calidad de material asfáltico, lo cual no solo genera incomodidad a los conductores, sino que genera una mala imagen para los turistas que transitan por la vía al visitar el balneario las delicias una de las pocas playas aptas para visitar en la provincia de Trujillo.

Al realizar el proyecto se genera una propuesta de mejora del pavimento de la Av. La Marina, que de llevarse a la práctica beneficiaría no solo a la población, sino también potenciaría el atractivo turístico del lugar. Desarrollar un diseño estructural del pavimento, es útil para garantizar la funcionalidad de

este, previniendo las fallas durante su periodo de vida útil, las cuales van desde fallas de servicio hasta problemas de inestabilidad o roturas.

El proyecto permite realizar un diagnóstico de la situación actual del pavimento, el análisis del tránsito y el suelo mediante la aplicación de un método de diseño estructural como es el caso del AASTHO, y finalmente se establece el diseño estructural seguro, cómodo y útil, en el cual se detalla el espesor que debería tener cada capa del pavimento para mantener la funcionalidad de la vía en el lapso proyectado.

El mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de la Av. La Marina, sirve para mejorar el tránsito de la zona, mejorar la calidad de vida de los pobladores, mejorar la experiencia de los turistas y aportar al crecimiento económico de la ciudad. Una solución confiable, en base a un diagnóstico acertado en la evaluación de las condiciones actuales del pavimento en estudio.

### **I.3.1 Justificación teórica**

Este proyecto permite el análisis y descripción de procedimientos y métodos de mejora que se utilizan para aplicar el método AASTHO en el diseño estructural del pavimento flexible de la infraestructura vial de la avenida la Marina. Aparte de generar aportes al conocimiento en lo que respecta a mejoras en la infraestructura vial, permite un aprendizaje enfocado en un contexto real, fortaleciendo habilidades académicas importantes para el desarrollo profesional de un ingeniero civil.

### **I.3.2 Justificación práctica**

Este proyecto se justifica socialmente porque proporcionará una alternativa más adecuada para afrontar el problema del inadecuado servicio de transitabilidad y el mal estado de la superficie de rodadura, viéndose favorecidos los pobladores de la ciudad de Trujillo.

### **I.3.3 Justificación metodológica**

Para poder alcanzar los objetivos planteados en el siguiente estudio, se acude al empleo de técnicas de recolección de datos mediante registros y uso de muestras para cada etapa del proyecto. En el estudio del IMD se usarán formatos en el cual se pueda registrar los índices de vehículos en la zona, para de esa manera obtener una base de datos y posteriormente ser procesados. En el estudio de suelos, se realizará la toma de muestras en campo de manera cuidadosa para evitar el cambio de las propiedades de las mismas, y poder realizar un correcto estudio en laboratorio; para el diseño del pavimento flexible se usará una programación de aplicación de datos a la metodología AASHTO para que de esa manera podamos obtener un diseño acorde a la transitabilidad de la zona.

### **I.4 Hipótesis**

La hipótesis que se planteó fue que el mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible nos brinda un nuevo diseño de paquete estructural con espesores acordes a la transitabilidad de la avenida La Marina, Distrito de Moche, 2021.

### **I.5 Objetivos**

El objetivo general del proyecto fue realizar el mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de la avenida La Marina, distrito de Moche, 2021. Asimismo, como objetivos específicos se planteó; estudiar el tránsito vehicular de la zona de estudio, analizar correctamente la muestra de suelo de la Avenida La Marina; realizar el levantamiento topográfico y calcular el paquete estructural que proporcione comodidad y seguridad a los usuarios que transitan por la avenida en mención.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

#### Internacionales

##### ***“Aplicación práctica del método AASHTO-93 en la elaboración de un proyecto de pavimento rígido”.***

(Castro, 2020). Planteó el diseño estructural de las capas del pavimento rígido, mediante la utilización del método AASHTO-93, explicando detalladamente todos sus pasos para proporcionar una correcta comprensión del método (p.643). Este documento se basa en una investigación descriptiva, referente a la aplicación detallada del método AASHTO en el planteamiento de los niveles estructurales del pavimento, el estudio y análisis de las muestras de suelo y la recolección de la información del tráfico, factores que son aplicados en un ejemplo (p.645-646). Con el flujo vehicular estimado en la vía y el análisis de tránsito realizado se pudo obtener una losa de la capa de rodadura de 15cm de espesor siendo esta, según los requerimientos, la mínima recomendada (p.661-662). La descripción, explicación y aplicación detallada del método AASHTO presentada en este documento servirá como una base de gran ayuda para realizar un correcto dimensionamiento de la estructura del pavimento. La forma en la que se presenta cada paso es muy ilustrativa permitiendo entender fácilmente el método para los profesionales y/o estudiantes en esta rama (p.661).

La presente investigación nos aporta una explicación profunda en cuanto al desarrollo de la metodología AASHTO, beneficiosa a la presente investigación, en el sentido de que para el mejoramiento del diseño del pavimento aplicando este método, garantiza un mejoramiento estructural de un pavimento en mal estado, o que ya cumplió su vida útil.

***“Estudio de estructura de pavimento flexible entre la calle La Prensa y la avenida Las Orquídeas. Investigación de Pregrado. Universidad Manabí. Ecuador”.***

(Bravo, 2018). Se evaluó la estructura flexible de la acera entre El Landscape By Pass y la calle Víctor Vélez para planificar la mejora de la estructura flexible del pavimento de la carretera (pag .2). Se iniciará realizando una encuesta a los usuarios de la vía en estudio, seguido de un inventario vial, para que en lo posterior se realice un análisis estructural del pavimento flexible aplicando métodos destructivos y no destructivos; así mismo, se realizará el estudio de tráfico y un estudio de suelo en distintos puntos (p.16). De acuerdo con lo investigado se ha determinado que las características del suelo pertenecen a un limo arcilloso de baja plasticidad, con un valor C.B.R. de 2,50%; del conteo manual realizado en la semana del 29 de enero hasta el 4 de febrero del 2018 se determinó también que la vía es C3 de acuerdo con su TPDAd la cual es de 262,00 veh/día (p.112). Concluyendo que al aplicar el diseño con método AASTHO 93, teniendo en cuenta la viabilidad económica del proyecto, se determinó el espesor de la siguiente estructura de pavimento: el espesor de la capa de rodadura fue de 11,61 cm, seguido del sustrato nivel 1A con un espesor de 15,24 cm, y el sustrato de 3 niveles con un espesor de 33, 53 cm, cumpliendo así con el espesor mínimo exigido por las normativas NEVI y AASTHO (p.112).

La presente investigación nos aporta también conocimientos con respecto a desarrollo de la metodología AASHTO, así mismo, información referente a evaluación de pavimentos, estudio de tráfico, la importancia de la toma de muestras de suelos y otras que van sumando conocimientos para poder desarrollar el método cumpliendo paso a paso los requisitos que este requiere para obtener óptimos resultados.

**“Elaboración de un rol de conservación para las vías en República Dominicana. Aplicación a la carretera El Seibo – Mayo”.**

(Del Rosario, 2017). elaboró un plan conservación de las vías en República Dominicana enfocada a la carretera El Seibo - Mayor (p.16). La extracción de información servirá de base para una correcta investigación. Analizando algunos aspectos que tienen un impacto significativo en el mantenimiento y conservación de la Carretera El Seibo-Hato Mayor, como el tráfico anual de la misma, el historial de accidentalidad, su estado actual, factores económicos e institucionales, así, una vez analizada toda esta información se creará un plan de mantenimiento para la conservación de infraestructuras viales y se realizaran recomendaciones pertinentes para el mejoramiento de las carreteras en la Republica Dominicana (p.13). Como resultado de la investigación se ha evidenciado que en tramos específicos de la carretera el deterioro es tan grande, que existe una disminución del ancho de vía, lo que produce que diversas partes de la carretera tengan secciones estrechas requiriéndose ensanches para que se cumpla con los criterios de diseño asegurando así la funcionalidad, seguridad y comodidad, otro problema persistente, es la falta de mantenimiento a los sistemas de drenajes que ya existen, lo que genera que en ocasiones la carretera no pueda tolerar los efectos hidrológicos que se producen, al igual que la señalización deficiente y la falta de iluminación en la carretera hacen que transitar de noche por esta vía sea un peligro (p.99). Se concluye indicando la importancia que tienen los planes de mantenimiento vial para una nación en crecimiento como lo es Republica Dominicana, al igual que el correcto análisis de las variables a tomar en cuenta para que una carretera mantenga sus niveles de servicio adecuados, así mismo, se presenta una estimación de gastos de conservación para tener un enfoque razonable en cuanto a fijar un presupuesto para un plan de mantenimiento se trate (p.134).

La presente investigación aporta la importancia que tienen los planes de conservación vial para mantener los niveles de servicio adecuados en una carretera y cómo factores, tales como clima y estructuras de drenaje influyen en la conservación vial, aspectos que, se deben tener en cuenta al momento

de realizar una evaluación con respecto al diseño estructural del pavimento, siendo indistinto en metodología usada para tal fin.

***“Diseño de pavimento flexible Av. Morales Duárez, vía expresa - Lima. Utilizando metodología AASTHO 1993”***

(Chávez, 2018). Diseñó las dimensiones del pavimento de la Av. Morales Duárez de la Vía Expresa (p. 15). El cálculo se basará en la Asociación Estadounidense de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte- AASTHO (su versión 1993), y utilizará el estándar que define la estructura de pavimento flexible, y utilizará el valor del soporte de la subrasante (CBR) y transporte (W18) (p. 7). Para el tramo de la Av. Morales Duárez se realizó una prueba específica en el tramo entre viaducto 1 y 2, y el resultado del diseño para la subrasante CBR fue 28.0%; del estudio de tránsito se obtuvo el siguiente resultado:  $W18 = 6.95 \cdot 10^7$ . Para la vía de servicio, tenemos:  $W18 = 4.59 \cdot 10^7$  (p. 61). Las pautas de ASSHTO reconocen que muchas organizaciones no tienen equipos para identificar el MR. Para nuestro caso, utilizamos la relación CBRMR recomendada en la "Guía de diseño de pavimentos mecánicos-experiencia" (MEPDG) emitida por AASTHO en julio de 2008. Esta relación ha sido publicada por MTC en el "Road Soil, Geology, Geotechnical and Pavement Handbook" (p.61).

Este estudio proporciona información sobre diseño de pavimentos flexibles, parámetros de diseño, pozos de prueba y diseño de mezclas de asfalto caliente utilizando el método AASTHO. Se puede utilizar información muy importante como referencia para realizar esta investigación de forma correcta y coherente.

***“Bases teóricas en el diseño estructural de pavimento flexible y rígido en el mejoramiento de la transitabilidad en sector pueblo nuevo, provincia de Jaén, región Cajamarca, Perú, 2018”.***

(Quezada, 2018). Elaboró las bases teóricas para el diseño estructural que mejorará la transitabilidad en sector Pueblo Nuevo- Provincia de Jaén, región Cajamarca - Perú 2018, utilizando pavimentos flexibles o rígidos (p.3). Se quiere hacer las Bases Teóricas para una propuesta de diseño estructural de

pavimento rígido o flexible y así mejorar la transitabilidad en la calle Antisuyo haciendo uso de estudios suelos y tránsito de manera que se pueda brindar a las personas aledañas a esta zona una mejor calidad de vida, descongestión vehicular y mejorar la imagen en este lugar (p.2). Se presentan las bases teóricas para el diseño estructural que mejorará la transitabilidad en sector Pueblo Nuevo- Provincia de Jaén, región Cajamarca - Perú 2018, utilizando pavimentos flexibles o rígidos, se explica la información de Diseño de Pavimento a través del método AASHTO 93, se detalla los requisitos previos al Diseño de Pavimento como el estudio de suelos, estudio de tráfico y la proyección de crecimiento y se identifica las guías de información, formularios y manuales del MTC que nos ayudaran a establecer las bases teóricas (p.30).

Dicha investigación aporta las bases teóricas para el diseño de un pavimento, información importante a ser usada en la presente investigación ya que en ella se puede constatar datos relevantes que pueden ser usados en la toma de decisiones para la presente investigación que está centrada en el mejoramiento del diseño estructural de un pavimento flexible que se encuentra en mal estado.

***“Mejoramiento y restauración de infraestructura vial urbana del barrio nuevo San Miguel de la ciudad - provincia del Collao – Puno”.***

(Neyra, 2016). Elaboró un estudio sobre el mejoramiento y restauración de la infraestructura vial del Barrio Nuevo San Miguel en la ciudad de Ilave, que brindó condiciones suficientes para el paso de vehículos y peatones (p. 25). Se desarrollarán el método AASHTO 93 (p. 118) y el método PCA (p. 129). Se obtuvo la capacidad de tráfico vehicular, resultando en un TPDS de 83 vehículos / día y TPDA de 97 vehículos / día. Se ha determinado que el tráfico está compuesto principalmente por automóviles, camionetas y camiones de campo, el valor calculado es calculado por el Reglamento Nacional de Vehículos (p. 276). La investigación de ingeniería realizada en el área de investigación ha arrojado resultados decisivos para la determinación del diseño. Tales como diseño geométrico, diseño de pavimentos, diseño hidráulico, diseño de estructuras viales, diseño híbrido, investigación

hidrológica, investigación de tráfico, investigación de suelos y explotación de canteras (p.276).

La presente investigación, aporta información referente a características que se han tomado en cuenta para el diseño de un pavimento usando dos metodologías, así mismo, nos brinda información referente a las variables que han sido usadas en el lugar de estudio, considerando de que dicho lugar es característico por presentar temperaturas particulares; dicho conocimiento nos ayudará a realizar una comparación de resultados al momento de efectuar el análisis en el desarrollo de la presente investigación.

***“Diseño estructural del pavimento de la Avenida Juan Pablo II y su interconexión con la vía de evitamiento usando Geosintéticos”.***

(Briceño, 2019). El tamaño del pavimento de la avenida Juan Pablo II y su conexión con la avenida evitamiento se diseñó utilizando geotextiles en Trujillo, para optimizar la transitabilidad vehicular (p.3). Se ha propuesto el empleo de la metodología AASHTO 93 y las recomendaciones del RNE: N - CE.010 Pavimentos Urbanos, para establecer parámetro y espesores del pavimento, así mismo, realizar estudios preliminares como la evaluación del tránsito, estudios de mecánica de suelos y topografía (p.III). De acuerdo con el análisis del área de estudio, se encuentra que el tiempo de congestión de vehículos es: 6:00 am-8: 30 am, 12:00 pm-2: 00 pm, 6:00 pm-8: 00 pm, teniendo como hora de máxima demanda de 7:00 pm a 8:00 pm, siendo el intervalo de nivel crítico de 7:30 pm a 7:45 pm.; para la investigación de tráfico, se utilizó 7 días calendario de recuento de vehículos para recopilar datos y obtener el número de ejes equivalentes de pavimento flexible que fue de 1514777.58, para pavimento rígido 1656608.77, y pavimento articulado 15147.758; en el estudio del suelos, se cavaron 3 calicatas de 300 m. con profundidad de 2,00 m. Se han obtenido 8%, 7,50% y 8,50% CBR

(p.100). El diseño estructural del pavimento respeta los parámetros de comportamiento del área de evaluación y adopta los estándares del método AASHTO 93: estableciendo parámetros de tolerancia para la situación presentada en el área de estudio, se encontró los resultados obtenidos del diseño final y costos de implementación que genera cada alternativa

comparativa técnica y económica de pavimento flexible, pavimento flexible utilizando geotextil, pavimento rígido y pavimento adoquinado (p.102).

La presente investigación evidencia como el uso de geosintéticos mejora considerablemente la vida útil de las carreteras, así mismo, reduce costos de mantenimiento, periodo de ejecución, dimensiones del diseño estructural y mejora en el compartimiento de cargas; la información está relacionada con el desarrollo de esta investigación como sugerencia para mejorar el diseño de estructuras de pavimento.

***“Diseño de pavimento flexible para mejoramiento y restauración de la transitabilidad Av. Uno y prolongación Sinchi Roca”.***

(Bermúdez, Henríquez, 2019). Realizó un estudio estructural del pavimento para mejorar la transitabilidad de la Av. Uno y prolongación Sinchi Roca en el centro de la ciudad de Alto Trujillo (p.10). Para el diseño estructural de pavimento se considerará el volumen y la predicción del tráfico, la recolección de datos, la investigación en mecánica de suelos y se desarrollará un convenio para determinar sus características mediante pruebas de laboratorio (p.5). De los resultados de la encuesta se puede apreciar que, dentro de los 7 días de observación, el horario en que aparecieron los vehículos más grandes fue de 7:00 am a 2:00 pm. De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos, el CBR promedio obtenido es de 27,62% a 95% de MDS, mientras que calicata C-3 tiene CBR promedio de 27,28% a 95% de MDS, que puede clasificar como suelos de buena calidad (p.101). En conclusión, el diseño de un pavimento flexible con un ciclo de vida de 20 años, de acuerdo con las recomendaciones del método AASTHO-93, la estructura del pavimento es la siguiente: el espesor de la base es de 15 cm y el espesor de la base es de 15 cm. El grosor de una carpeta de 20 cm es de 5 cm. (p.101).

La presente investigación aporta conocimientos referentes a diseño estructural de pavimento flexible, determinación de CBR y aspectos necesarios que infieren a obtener un cálculo excepcional de los espesores del pavimento; información que complementa de manera eficiente los estudios realizados en la presente investigación.

***“Diagnóstico de transitabilidad vial y sugerencias de diseño para la estructura de pavimento de las calles 5 y 9 en el centro poblado alto de Trujillo-Trujillo-La Libertad”.***

(Albino, Cisneros, 2017). Diagnóstico de transitabilidad vial y sugerencias de diseño para la estructura de pavimento de las calles 5 y 9 en el centro poblado alto de Trujillo (p.3). En el desarrollo del proyecto vial se considerará el volumen de tráfico existente, su pronóstico y los aspectos estéticos del proyecto en su conjunto; se determinará la ubicación de los puntos estratégicos para ubicar el pozo de extracción de muestreo, y de esta manera se determinarán las propiedades físicas y mecánicas del suelo y su capacidad de carga. Habilidad, se utilizará el método AASHTO 93. (P.IV). La investigación determinó que las horas pico fueron de: 6:00 am. -8: 00 am y 12:00 pm. -2: 00 pm, 6:00 pm. -8: 00 de la noche, la hora pico es 12:00. - 13:00. El intervalo clave es a las 12:30 pm. -12: 45 pm; De acuerdo con el recuento de vehículos de 7 días calendario y 20 años del período de diseño, el EE de las calles No. 5 y No. 9 son  $7.94 \times 10^5$  y  $9.31 \times 10^5$  respectivamente; esto es factible porque Considerando el factor de crecimiento real; además, para Calles 5 y Calles 9, se obtuvieron 27.23% y 27.87% del CBR de diseño respectivamente, y el diseño del pavimento resultó en un espesor de la capa de asfalto = 5 cm., Base = 20 cm. Y subbase = 15 cm (p.53). A través de la investigación realizada, se puede concluir que el tráfico de vehículos en la vía involucrada tiene el mayor impacto vehicular entre las 6 am a 2 pm; de manera similar, el diseño de la estructura flexible del pavimento del proyecto sigue los parámetros de comportamiento del sitio y presenta variables de tráfico, propiedades mecánicas de los materiales y cimientos como variables de entrada, condiciones climáticas, condiciones de drenaje y servicialidad y confiabilidad (p.54).

La presente investigación aporta los conocimientos referentes al diseño de una estructura bajo el método AASHTO 93 y a la vez describe características de los parámetros que son empleados, todo ello enfocado en la obtención de un diseño estructural adecuado; es por tal que, este estudio contiene información importante que servirá para guiar la presente investigación.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Mejoramiento del Diseño Estructural.**

En el contexto de mejora, podemos decir que estas estructuras permiten determinar la forma, estado y características del material al colocar una nueva capa y espesor de pavimento, para que de esa manera la nueva estructura tenga un índice de serviciabilidad acorde a la realidad y garantice el servicio en su vida útil proyectada (Gonzales, 2020).

En este sentido, se deben considerar los siguientes aspectos:

#### **2.2.1.1 Métodos de Diseño de Pavimento Flexible**

##### **2.2.1.1.1 Método AASHTO 93.**

El programa se basa en un modelo, que se desarrolla a partir del cálculo del espesor del rendimiento de la carretera, la carga del vehículo y la resistencia de la subrasante. El propósito del modelo es calcular el número de estructura requerido (SNr), a partir del cual determinar y determinar un conjunto de espesores para cada capa de la estructura del pavimento. Estos espesores deben establecerse en la calzada para soportar cargas vehiculares aceptables durante el periodo de diseño determinado en el proyecto (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

##### **2.2.1.1.2 Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM**

Método de diseño de pavimentos desarrollado por UNAM Engineering Research Institute. El método comienza con el análisis de los datos de prueba de la parte de prueba, la prueba en la carretera activa, la investigación teórica y la prueba de laboratorio en la pista de prueba circular, y recientemente ha influido en la mejora continua. El método utiliza el tipo de camino, la cantidad de carriles, la vida útil del proyecto, el volumen de tráfico diario promedio anual (TDPA), la tasa de crecimiento y otras variables de la

topografía y las características del material y el clima como datos básicos de entrada, nivel de agua subterránea y lluvia (Instituto Mexicano del Transporte, 2020).

#### **2.2.1.1.3 Método Español MOPU**

El abolido Ministerio de Fomento (MOPU) español en 1989 ordenó el uso del "Catálogo de Piezas Flexibles y Rígidas de Pavimentos". Tiene en cuenta la intensidad diaria promedio de vehículos pesados esperada en el carril del proyecto y el año de puesta en servicio. De acuerdo con su valor de soporte relativo mínimo (VRS), se definen tres tipos de calzadas para el diseño. Con base en las variables anteriores, el catálogo ofrece 13 soluciones alternativas para 5 cruces diferentes, 3 calzadas y 8 materiales diferentes utilizados en la sección estructural de la acera. Todo el contenido anterior se convierte en un catálogo, que puede proporcionar a los usuarios o diseñadores unas 500 piezas de pavimento (Instituto Mexicano del Transporte, 2020).

#### **2.2.1.1.4 Método del Instituto del Asfalto de EU**

El método se basa principalmente en la aplicación de la teoría de la elasticidad en materiales multicapa, y el método utiliza los últimos resultados de investigación del organismo. El manual describe un procedimiento de diseño para obtener el espesor de parte de la estructura de la acera, que utiliza cemento asfáltico y emulsión asfáltica en parte o en su totalidad. Como innovación de la versión actual, este método incorpora el factor de ajuste del eje de diseño equivalente para adaptarse a las diferentes presiones de contacto del neumático en la acera, en función de la presión de inflado del neumático y del espesor de la capa asfáltica. De 4 a 10 pulgadas de espesor, 10 cm y 25 cm respectivamente (Instituto Mexicano del Transporte, 2020).

#### **2.2.1.1.5 Método IMT-PAVE.**

Mediante el método del mecanismo empírico, el método enfatiza el concepto de espectro de carga para vincularlo con el espectro de daño; esto se hace analizando la relación entre esfuerzos y deformaciones en la estructura del pavimento y los principales tipos de degradación. La primera es seleccionar el diseño inicial, incluyendo una estimación del valor de los componentes de entrada, que se refiere a la geometría de la estructura. Luego, realizamos el cálculo de la respuesta estructural en la estructura de la acera. Con base en esto, se calcula el nivel de daño esperado durante el período de diseño (hay dos) para introducir el concepto de vida restante, que determinará cuando el tramo ha superado o no ha superado el valor máximo de daño acumulativo.

Existen importantes diferencias entre los métodos de análisis observados y los niveles de tráfico, que van desde 500 a 25.000 vehículos en ambas direcciones por día. Cuando el espesor final se convierte al número de estructura equivalente SN, la diferencia puede llegar hasta el 100%.

#### **2.2.1.2 Parámetros de Diseño**

##### **2.2.1.2.1 Período de Diseño**

En este artículo nos centraremos en el diseño mediante el método AASHTO 93. En este sentido, el tiempo de diseño para el diseño de pavimentos flexibles para carreteras de baja densidad es de 10 años, y el valor se basará en las condiciones y entidades específicas del proyecto (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

##### **2.2.1.2.2 Parámetros de Diseño**

Se consideran los siguientes parámetros de diseño:

- a) Período de Diseño:** Considere al menos 20 años. El ingeniero de diseño puede ajustar el período de tiempo de

acuerdo con las condiciones específicas del proyecto y los requisitos de la entidad de gestión vial (Manual de Diseño para Pavimentos MTC, 2013).

**b) El tránsito (ESALs):** Este período de tiempo está vinculado al tráfico asociado con el canal de diseño en el mismo período de tiempo. AASHTO 93 convierte todas las cargas por eje de todo tipo de vehículos existentes a través de la acera en ejes simples equivalentes que pesan 8.2 toneladas, comúnmente conocido como ESALs (Bermudez & Ramos, 2019).

**c) Serviciabilidad:** Este parámetro integra los estándares de diseño AASHTO: servicio o mantenibilidad. AASHTO 93 utiliza dos parámetros para caracterizar los servicios: el índice de servicio inicial (Pi) y el índice de servicio final o terminal (Pt). (Bermudez & Ramos, 2019).

**d) Índice de servicio:** Obtenido de los valores medidos de rugosidad y daños (grietas, baches, surcos, etc.) en un momento dado de la vida útil de la calzada (Bermudez & Ramos, 2019).

### 2.2.2 Ingeniería de Tráfico

La ingeniería de tráfico incluye el desarrollo de planes apropiados, prácticos y bien pensados para mejorar la seguridad y la movilidad del tráfico, especialmente en áreas críticas. Por ejemplo, en la construcción de sistemas arteriales de alto nivel como carreteras, su aplicación en proyectos viales a gran escala es fundamental. Pero la reducción de accidentes también es importante.

Para cubrir las necesidades y características específicas de un determinado lugar, la instalación de semáforos, semáforos y programación de trámites requiere la más avanzada tecnología de ingeniería de tráfico (Gómez Johnson, 2004).

### **2.2.3 Ingeniería de Tránsito**

La ingeniería de tráfico es un programa que conecta la planificación del tráfico, el diseño geométrico y la operación, y la relación entre los modos de tráfico y los usuarios. Esto establece la relación entre los usuarios, las carreteras, los vehículos, los equipos de control y el medio ambiente.

Está compuesto por varios vehículos y sus respectivas características (cargas). Al usar carreteras, deben considerarse individualmente o en combinación (Bermúdez & Ramos, 2019).

Factores a considerar en el diseño de pavimentos:

#### **2.2.3.1 El Tránsito.**

Al diseñar un carril, ya sea simple, tándem o de muslo, se considerará la carga máxima esperada por eje para determinar el tamaño de la superficie de la carretera. Durante el período de diseño esperado. Las cargas de tráfico repetidas y una gran cantidad de acumulación de deformaciones en la acera son fundamentales para el cálculo. Además, también se debe considerar la presión máxima de contacto, la tensión tangencial en áreas especiales (curvas, áreas de frenado, etc.), la velocidad del vehículo y las rutas de tránsito (Montejo Fonseca, 2002).

### **2.2.4 La Subrasante**

Como se mencionó en las líneas anteriores, el espesor (ya sea flexible o rígido) que debe tener el pavimento depende en gran medida de la capa. Es por eso que la capacidad de carga de deformación de fuerza constante se utiliza como parámetro de evaluación de esta capa bajo carga de tráfico. De igual forma, se debe considerar la resistencia a la humedad del suelo, como los cambios de volumen por hinchamiento o contracción, pues estos causarán un gran daño a la estructura que reposará sobre la capa, por lo que, al construir sobre este tipo de suelo en el pavimento, para evitar cambios de humedad del suelo, es necesario considerar la impermeabilización de la estructura.

Alternativamente, podemos utilizar aditivos para estabilizar el suelo, como la cal (Bermúdez & Ramos, 2019).

### **2.2.5 El Clima**

Los factores más graves que afectan la superficie de la carretera incluyen las precipitaciones y los cambios de temperatura. La lluvia afecta directamente la resistencia, la compresibilidad y el cambio de volumen del suelo de la subrasante debido a su efecto directo sobre la elevación del nivel del agua subterránea. Este parámetro también afecta algunas actividades de construcción, como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de partículas y capas de asfalto (Bermúdez & Ramos, 2019).

### **2.2.6 Materiales Disponibles**

Técnica y económicamente, juegan un papel decisivo en la elección de la estructura de pavimento más adecuada. Por un lado, se consideraron los áridos disponibles en las canteras de la zona. Además de la calidad requerida (incluida la homogeneidad requerida), también se debe prestar atención al volumen disponible disponible, las instalaciones mineras y los precios, que dependen principalmente de la distancia de transporte.

Por otro lado, se deben considerar los materiales base más costosos: especialmente adhesivos y adhesivos. Al analizar el costo de construcción, también es necesario prevenir el comportamiento de la acera durante el período de diseño, los costos de mantenimiento y renovación necesarios, y finalmente estimar el futuro refuerzo estructural, renovación o reconstrucción de superficies (Bermúdez & Ramos, 2019).

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo, enfoque y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Enfoque de investigación**

Según su enfoque es una investigación cuantitativa, porque los datos se recopilarán y evaluarán de manera numérica mediante un análisis comparativo, para comprobar si la hipótesis planteada al principio es correcta (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

##### **3.1.2 Tipo de investigación**

###### **3.1.2.1 Tipo de Investigación Aplicada**

El tipo de investigación realizada según el propósito de la investigación es una investigación aplicada, porque utiliza el conocimiento de la ingeniería civil y la ingeniería geotécnica en la práctica de campo para investigar y diseñar pavimentos flexibles basados en los estándares AASHTO.

La característica de la investigación aplicada es que, luego de implementar y sistematizar la práctica basada en la investigación, busca adquirir o aplicar conocimientos mientras busca conocimiento de otros para comprender la realidad (Murillo 2008 citado por Vargas, 2009).

###### **3.1.2.2 Tipo de investigación por el Diseño**

###### **3.1.2.2.1 No Experimental**

Un estudio no experimental se realiza sin manipulación deliberada de variables, donde los fenómenos solo se observan en el medio natural y luego se analizan (Hernández et al., 2010).

###### **3.1.2.2.2 Descriptiva**

La investigación descriptiva pretende especificar propiedades, características y rasgos importantes de un fenómeno a analizar (Hernández et al., 2010).

### 3.1.2.3 Tipo de investigación por el Nivel

#### 3.1.2.3.1 Investigación Descriptiva

Los estudios de alcance descriptivo buscan medir o recopilar información sobre las variables estudiadas de forma independiente o conjunta. Puede presentar con precisión el ángulo o el tamaño del fenómeno (Hernández et al., 2010).

### 3.1.3 Diseño de investigación

#### 3.1.3.1 Diseño de investigación no experimental descriptivo

La definición de diseño descriptivo no experimental es: no hay manipulación deliberada de variables, y el fenómeno en su entorno natural debe ser observado y medido con precisión (Hernández et al., 2010).

El estudio describirá los resultados obtenidos, que son los resultados del análisis de los datos recopilados de la investigación de vehículos, la investigación de suelos y la aplicación del método AASTHO en el diseño de carreteras flexibles.



Figura 1: Diseño de investigación

Donde:

M.....> Muestra

O.....> Observación

Estudio	T1
M	O

Tabla 2: muestra y observación

## 3.2 Operacionalización de variables

### 3.2.1 Variables

Este presente proyecto de investigación presenta una única variable: Mejoramiento del diseño estructural.

#### 3.2.1.1 Mejoramiento del Diseño Estructural

En el contexto de mejora, podemos decir que estas estructuras permiten determinar la forma, estado y características del material al colocar una nueva capa y espesor de pavimento, para que de esa manera la nueva estructura tenga un índice de serviciabilidad acorde a la realidad y garantice el servicio en su vida útil proyectada (Gonzales, 2020).

### 3.2.2 Clasificación de variables

Tabla 1: Clasificación de variable

CLASIFICACION DE VARIABLES					
Variable	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Mejoramiento del diseño estructural	Independiente	Cuantitativa	Razón	Tridimensional	Indirecta

### 3.1.1 Operacionalización de variables

Anexo 3.1: Tabla 2 - Matriz de operacionalización de variables

## **3.2 Población y muestra**

### **3.3.1 Población**

Pavimento flexible de la avenida La Marina, distrito de Moche, 2021

### **3.3.2 Muestra**

La muestra está conformada por el Pavimento flexible de la avenida La Marina, distrito de Moche, con un total de 2.5 kilómetros.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **3.4.1 Técnica de recolección de datos.**

La técnica a utilizar será la observación directa, debido a que se realizara un estudio de campo y ensayos de laboratorio para recolectar datos que serán analizados para el mejoramiento del diseño del pavimento flexible.

### **3.4.2 Instrumento de recolección de datos**

Pérez (2001), el investigador nos dice que se puede valer de cualquier medio o forma para poder extraer datos, información necesaria para poder realizar los estudios.

Este proyecto de investigación se utilizaron instrumentos técnicos y estadísticos obtenidos de la norma (MTC), se mencionan a continuación.

#### **3.4.2.1 Instrumentos Técnicos**

Para obtener las coordenadas se utilizó:

- GPS
- Wincha

### **3.4.2.2 Instrumentos Estadísticos**

#### **a. Instrumento de recolección de datos**

Los instrumentos que se utilizarán serán Fichas de Datos y Guías de Observación.

##### **Ficha de observación (ver anexo 4.1):**

Servirá para recolectar de forma sistemática los datos exactos del estudio del tránsito vehicular, que posteriormente se analizarlos mediante el método AASHTO (Formulario N° 2)

##### **Ficha de Datos 1 (ver anexo 4.2):**

Servirá para recolectar datos específicos de diferentes aspectos relacionados al estudio de suelos.

##### **Ficha de Datos 2 (ver anexo 4.3):**

Servirá para organizar y procesar la información obtenida del levantamiento topográfico para el diseño de la vía, en la Av. la Marina.

#### **b. Instrumento de análisis de datos:**

los instrumentos que utilizamos son:

- Google Earth
- AutoCAD Civil 3 D
- Google Mapper
- Software Microsoft Excel

Tabla 3: Instrumento y validación

Etapa de la investigación	Instrumentos	Validación
Estudio de tránsito vehicular	Ficha de observación formato de conteo vehicular	MTC Juicio de expertos
Estudio de suelo	Ficha de datos Recolectados de laboratorio de suelos	MTC E-132   ASTM D-1883 Juicio de expertos
Cálculo del paquete estructural	No necesita instrumentos Son solo cálculos	Norma de suelos pavimentos, R.D. N° 10-2014-MTC/14 Juicio de expertos
Levantamiento Topográfico	Ficha de Datos	Levantamiento digital

#### **Validez del instrumento de recolección de datos**

Los instrumentos para la recolección de datos están validados por normas del MTC, ASTM D- 1883 y Norma de suelos pavimentos, R.D. N° 10-2014-MTC/14. Además de Guía de AASHTO (Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO, 1993). Además, los formatos elaborados fueron validados por juicio de expertos.

**Ficha de observación (ver anexo 4.1):** Se utilizó para recolectar de forma sistemática los datos exactos del estudio del tránsito vehicular, que posteriormente se analizarlos mediante el método AASHTO (Formulario N° 2) que es dado por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

**Ficha de Datos 1 (ver anexo 4.2):** Se utilizó para recolectar datos específicos de diferentes aspectos relacionados al estudio de suelos, mediante la norma Técnica ASTM.

**Ficha de Datos 2 (ver anexo 4.3):** Se utilizó para organizar y procesar la información obtenida del levantamiento topográfico mediante programas como el Google Earth.

### **3.4.3.2 Confiabilidad**

Los instrumentos técnicos que se usaron en el laboratorio y obtenidos en los programas digitales son absolutamente confiables, por lo tanto, podemos afirmar que son resultados reales y verídicos y por lo tanto no presentan errores, debido que es un laboratorio reconocido (**MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L.**).

### 3.5 Procedimientos

Los procedimientos se detallan a continuación en la siguiente tabla:

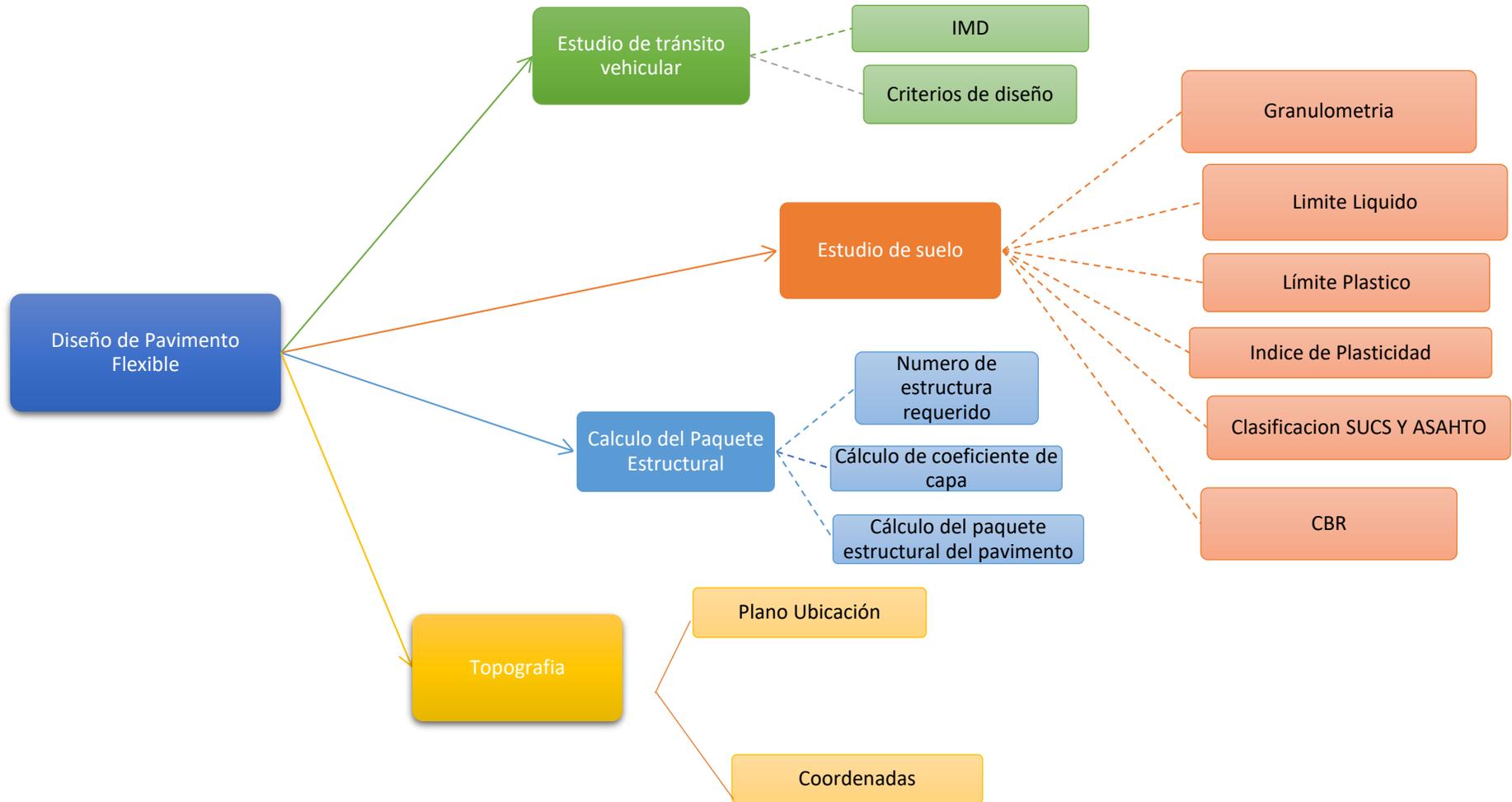


Figura 2: Procedimiento de investigación

### 3.5.1 Estudio de tránsito vehicular

Para realizar el estudio de tránsito vehicular, se utilizó el formato que nos brinda el MTC (anexo 2) formato estudio de clasificación vehicular, registro mediante el cual se encuentra el IMD (índice medio diario) que es necesario para poder determinar la cantidad de vehículos que transitan por la Av. La Marina – Distrito de Moche; que detallamos a continuación:

- Primeramente, se ubicó en la parte inicial del tramo que es el kilómetro 0+559km intersección de la Panamericana Norte con la Av. la Marina, con el formato N°02 que nos brinda el MTC, se procedió a contar todo tipo de vehículos livianos y pesados (ver anexo N°4.1), Las labores de Conteo y clasificación en el campo se desarrollaron durante siete días: cinco días laborables (lunes a viernes) y dos días no laborables (sábado y domingo ). Durante dos horas por día.
- Con los datos obtenidos encontramos el IMD que es (índice medio diario), que no viene a ser otra cosa que el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor de un año, dividido entre el número de días del periodo.
- Para el presente caso se ha establecido un periodo de diseño de 20 años, el volumen de tránsito futuro (TF), se deriva a partir del tránsito actual (TA) y del incremento de tránsito (IT) esperado al final del periodo de vida útil del pavimento esperado.
- El incremento de tránsito es el volumen que se espera es el uso de la carretera construida en el año futuro seleccionado como de proyecto, este tránsito se compone del Crecimiento Normal del Tránsito (CNT).

### 3.5.2 Estudio de suelo

Para obtener las características del terreno, realizamos lo siguiente:

Con el objetivo de encontrar las muestras, se realizó seis calicatas distribuidos cada 400 metros; luego de haber realizado las excavaciones, se extrajo de manera cuidadosa las muestras y se llevó al laboratorio de mecánica de suelos para su estudio.

- Granulometría: Primero se ordenan los tamices necesarios para el tipo de material a trabajar, que fueron de 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N°4, N°8, N°10, N°16, N°30, N°40, N°50, N°100 y N°200. Se realizó la operación de tamizado una vez ordenados se mueven de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla.
- Limite liquido: Es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, que delimita la transición entre el estado líquido y plástico de un suelo.
- Limite plástico: Porcentaje de contenido de humedad con que un suelo cambia al disminuir su humedad de la consistencia plástica a la semisólida, o, al aumentar su humedad, de la consistencia semisólida a la plástica. El límite plástico es el límite inferior del estado plástico.
- Índice de plasticidad: Es el porcentaje del peso seco de la muestra, y señala el intervalo de variación del contenido de humedad.
- Clasificación de SUCS Y ASSTHO: Son tablas que, mediante parámetros establecidos, se puede dar una clasificación específica a cada muestra dependiendo de sus propiedades.
- CBR: Es la prueba donde obtienes la resistencia de un suelo a la fuerza cortante, y con ello se determinan la calidad de un suelo para un pavimento.

### 3.5.3 Cálculo del paquete estructural

Para calcular el paquete estructural, Se inició con el conteo de vehículos en campo registrados en un formato asignado por el MTC para calcular el IMD. Luego con los datos obtenidos se realizó el cálculo del ESAL y tráfico de diseño.

Se establecieron los parámetros de diseños como son; tipo de tráfico, nivel de confiabilidad, el coeficiente estadístico de desviación estándar normal, desviación estándar combinada, índice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico, índice de serviciabilidad final según rango de tráfico y la diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico.

Una vez obtenido los resultados de las muestras extraídas del suelo en estudio, se calculó el suelo de la sub rasante como son; CBR promedio y módulo de resiliencia.

Con estos datos obtenido se procedió a la aplicación del método AASHTO 93 donde se obtuvo el numero estructural requerido que, mediante tablas asignadas por MTC se determinó los espesores de capa superficial, base y sub-base.

### 3.5.4 Levantamiento topográfico

Mediante un GPS se obtuvo las coordenadas UTM del tramo en estudio, para luego realizar el levantamiento digital apoyados con el programa Google Earth y AUTOCAD; mediante el cual se pudo obtener el perfil longitudinal, secciones transversales y curvas de nivel.



Figura 3: Ubicación de la Avenida La Marina – fuente google Earth

### 3.6 Método de análisis de datos

Siendo una tesis de tipo de diseño no experimental, se utilizó el método de fichas de observación y como técnica utilizamos el formato N° 02 que es estudio de clasificación vehicular, la cual nos facilitó llevar el conteo de vehículos y así obtener la cantidad de vehículos que pasan por la Av. La Marina, también usamos fichas de datos 1 y ficha de datos 2 la cual consta para un estudio suelos para poder llevar a un laboratorio y así procesar datos obtenidos de dicha avenida, en la cual mostraremos mediante tablas, figuras y formatos que es dado por el MTC, como también un levantamiento topográfico para recaudar datos de la pendiente, diseño de la avenida, los datos se procesaran mediante el programa Excel, AutoCAD civil 3D y Google Earth.

#### 3.6.1 Estudio de Tráfico

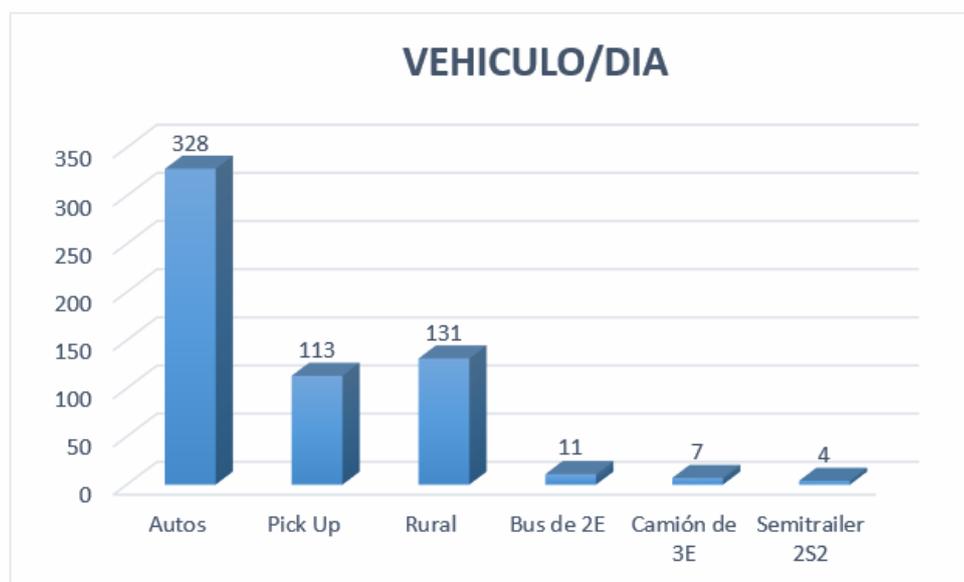


Figura 4: Cantidad de Vehículos por día

Según los resultados del conteo vehicular, se puede observar que los vehículos que lideran el tráfico de la zona son los autos, concluyendo que la vía es de menor tránsito (uso liviano). Criterio importante para el diseño de capas

### 3.6.2 Estudio de suelos

Resultados de estudio de suelos analizados mediante la extracción de muestras en calicatas:



Figura 5: Resultados de estudio suelos C-1

Se puede observar en los resultados de la muestra de la calicata Nro. 1, el suelo está conformado en su mayoría por arena y un alto porcentaje de limite líquido debido a que la zona en estudio se encuentra en una zona costera (cerca al mar)

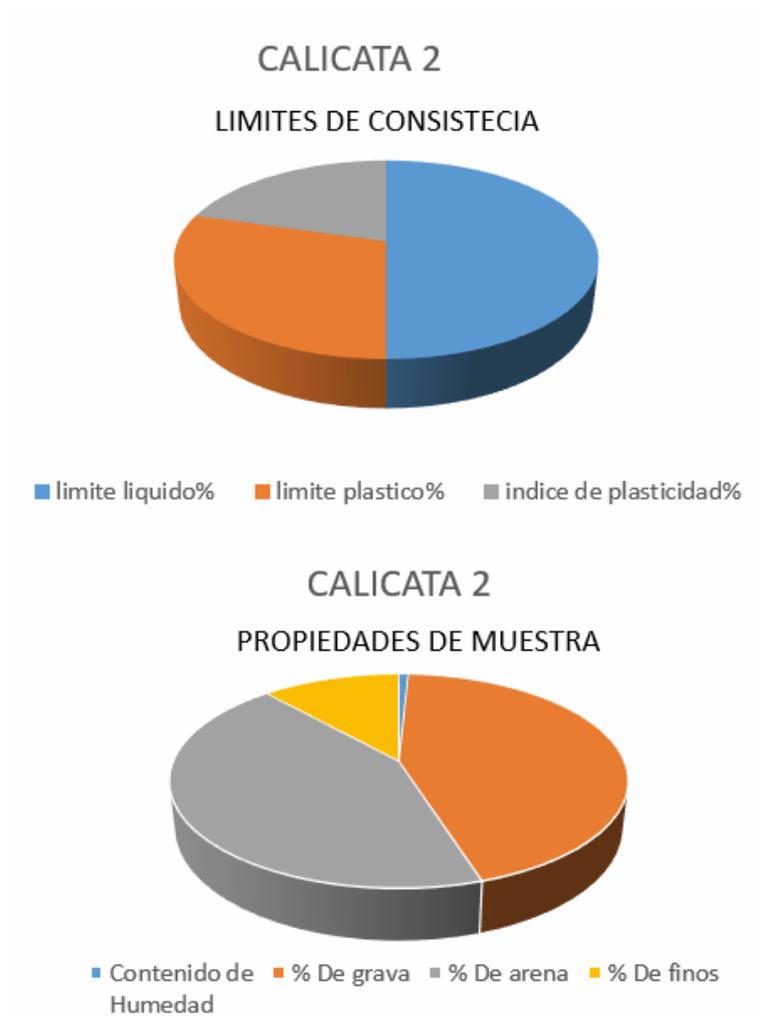


Figura 6: Resultados de estudio suelos C-2

Se puede observar en los resultados de la muestra de la calicata Nro. 2, el suelo está conformado en su mayoría por arena y un alto porcentaje de limite líquido debido a que la zona en estudio se encuentra en una zona costera (cerca al mar)

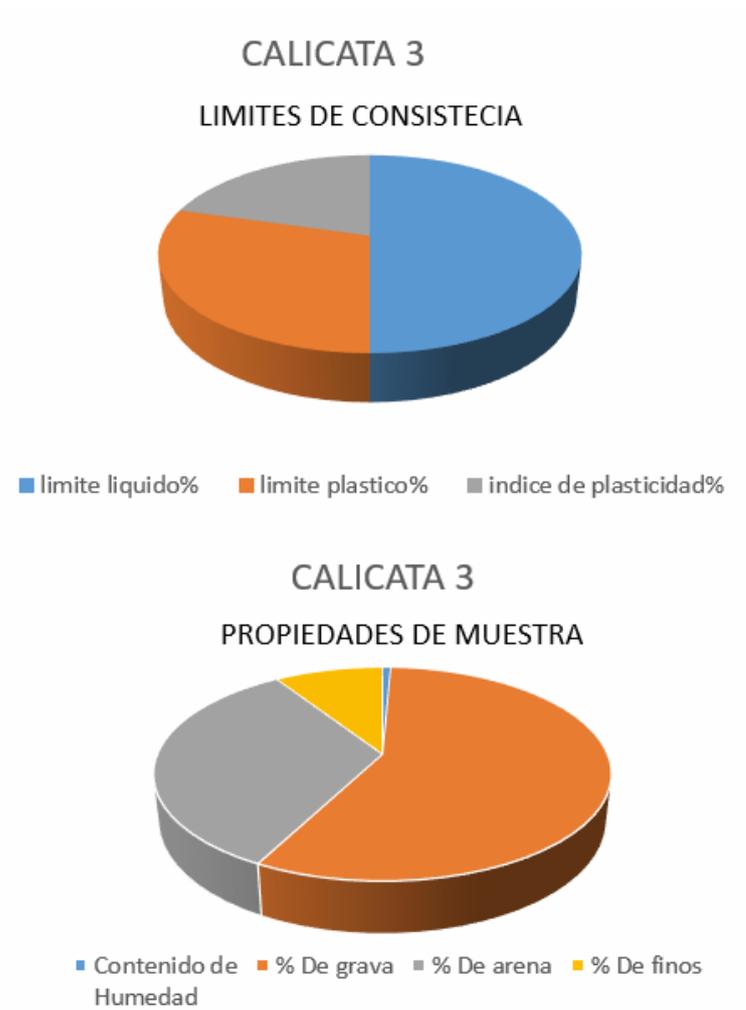


Figura 7: Resultados de estudio suelos C-3

Se puede observar en los resultados de la muestra de la calicata Nro. 3, el suelo está conformado en su mayoría por grava siendo esta zona de mayor resistencia al corte; y un alto porcentaje de limite líquido debido a que la zona en estudio se encuentra en una zona costera (cerca al mar)

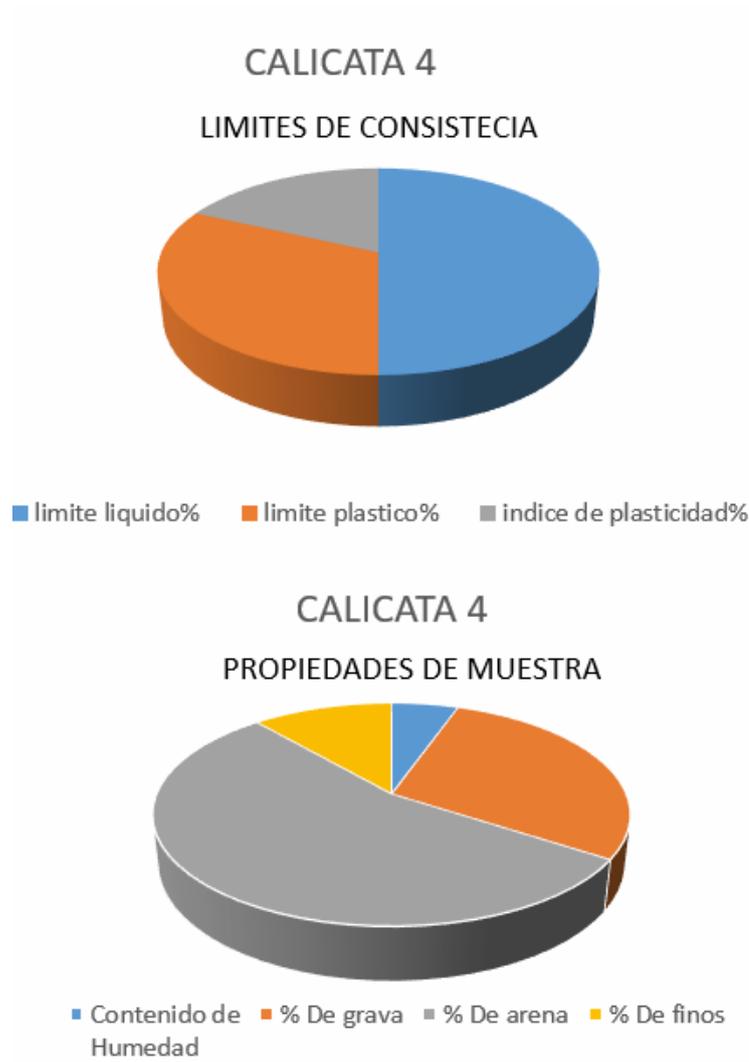


Figura 8: Resultados de estudio suelos C-4

Se puede observar en los resultados de la muestra de la calicata Nro. 4, el suelo está conformado en su mayoría por arena y un alto porcentaje de limite líquido debido a que la zona en estudio se encuentra en una zona costera (cerca al mar)

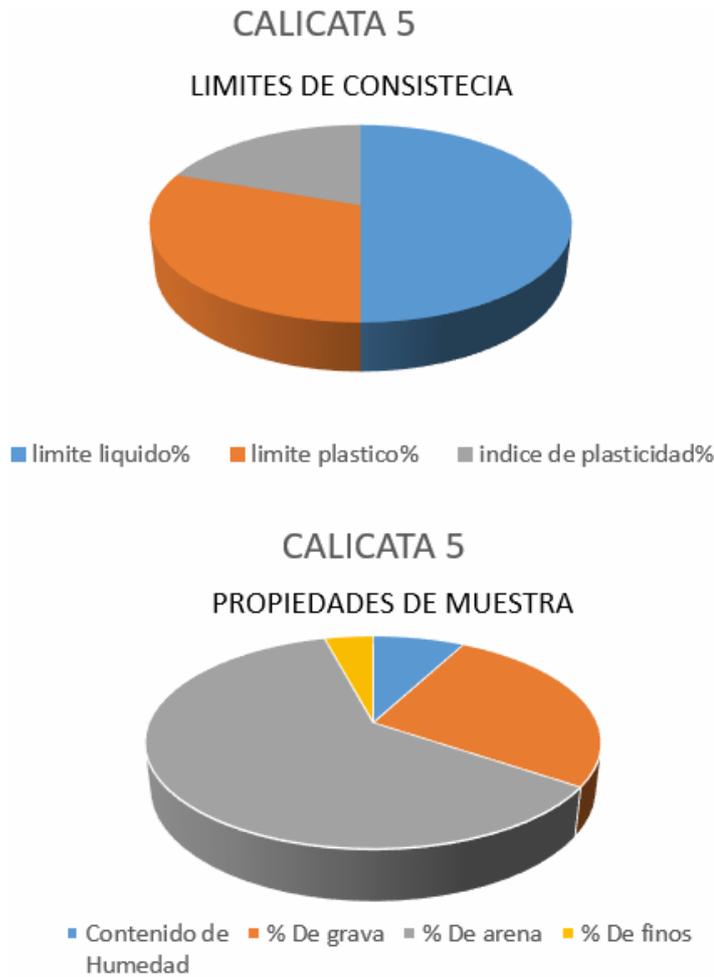


Figura 9: Resultados de estudio suelos C-5

Se puede observar en los resultados de la muestra de la calicata Nro. 5, el suelo está conformado en su mayoría por arena y un alto porcentaje de limite líquido esto es debido a que la zona en estudio se encuentra en una zona costera (cerca al mar)



Figura 10: Resultados de estudio suelos C-6

Se puede observar en los resultados de la muestra de la calicata Nro. 6, el suelo está conformado en su mayoría por arena y un alto porcentaje de limite líquido esto es debido a que la zona en estudio se encuentra en una zona costera (cerca al mar)

Se puede determinar que el suelo en estudio está conformado en su mayoría por arena, y un menor porcentaje de grava, haciéndolo este un suelo no apto para ser usado como relleno, pero sin necesidad de realizar mejoramiento de suelo debido a que la vía en estudio es de un tráfico menor, en su mayoría tránsito liviano, además contiene un gran porcentaje de limite líquido debido a que la Avenida La Marina en el Distrito de Moche, se encuentra cerca al mar.

### 3.6.2.1 Relación CBR/Progresiva

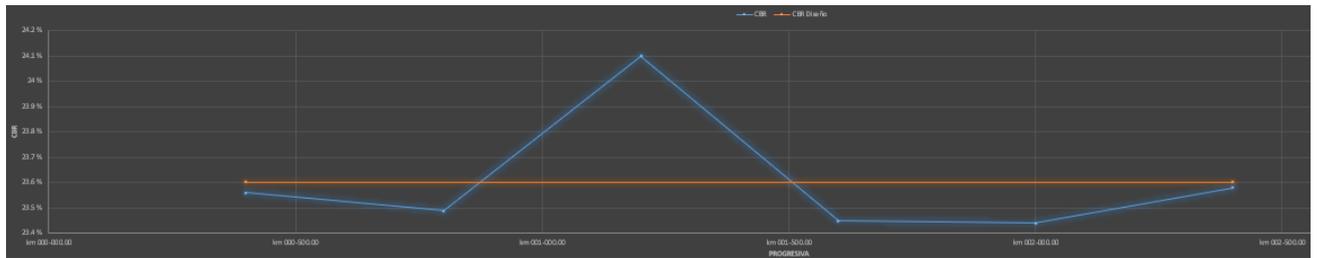


Figura 11: CBR/Progresiva Av. La Marina - Moche

Se puede observar que entre el kilómetro 1.00 y 1.50 de la Avenida La Marina, en el Distrito de Moche, el CBR es mayor que en los demás tramos, mostrando en esa zona tiene mayor resistencia a las fuerzas cortantes que genera el tráfico, de esta manera se toma un CBR promedio que represente toda la avenida.

### 3.6.3 Paquete Estructural

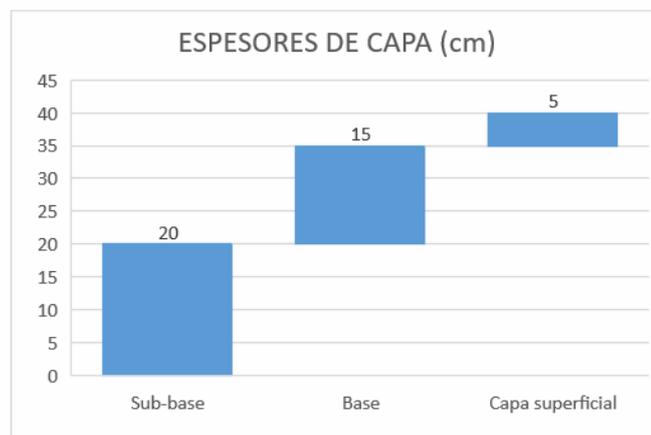


Figura 12: Nuevos espesores de capa

Nuevos espesores de capa calculados de acuerdo al estudio de tráfico obtenido para un periodo de diseño de 20 años, y resultados de laboratorio de mecánica de suelos

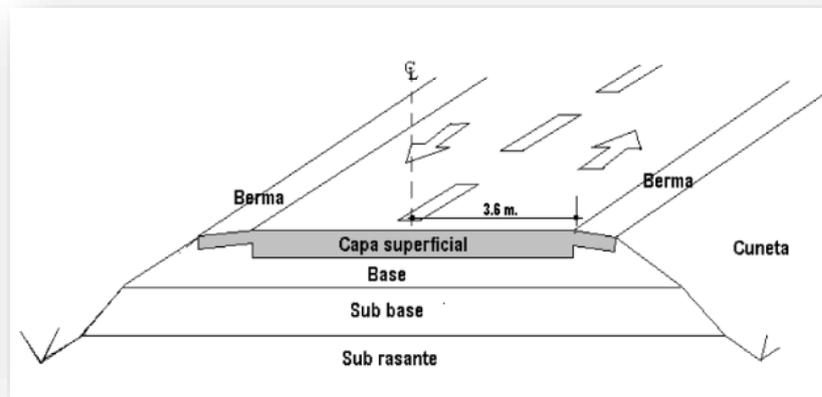


Figura 13: Capas de pavimento

### 3.7 Aspectos éticos

El proyecto se elaboró bajo el protocolo y reglamentos de investigaciones científica actuales de la universidad, además, los ensayos de laboratorio serán desarrollados y descritos bajo estrictas normas vigentes y bajo la supervisión del personal técnico autorizado por la universidad.

Asimismo, la recolección, procesamiento y análisis de los resultados serán manejados de forma sistemática y rigurosa, cumpliendo con las normas técnicas, leyes, artículos y reglamentación que rigen el diseño vial del pavimento flexible. El resultado del Turnitin es del 22 % software antiplagio al que será sometido el informe de investigación

## **3.8 Desarrollo del proyecto de investigación**

### **3.8.1 Estudio de tránsito vehicular y/o conteo de vehículos**

#### **3.8.1.1 Generalidades**

El tránsito vehicular existente en la avenida La Marina ubicada en el Distrito de Moche vía principal de transporte, Moche – Las Delicias. Está compuesto en su mayoría por el paso de vehículos ligeros: Autos, camionetas, combis, microbuses y por vehículos pesado como: Camiones de 2 hasta 3 ejes.

El flujo vehicular en esta vía es principalmente de pasajeros que se movilizan en autos, combis, camionetas, que tienen sus horas durante la mañana de 5 a 8 am y en la tarde de 6 a 9 transito liviano.

#### **3.8.1.2 Objetivos**

- Realizar el conteo vehicular para encontrar el IMD.
- Evaluar y mejorar la calidad de pavimento existente.

#### **3.8.1.3 Ubicación geográfica de la vía**

La ubicación fue en el kilómetro 0+559, en la intersección de la Panamericana Norte con el inicio de la avenida la Marina, se hizo ahí porque el lugar es más tranquilo para poder hacer el conteo vehicular, y también nos ayudó porque es la entrada de la vía principal.

### 3.8.1.4 Recolección de datos

Lo primero que se hizo es el conteo de todos los vehículos que transitan por la avenida, se realizó en el kilómetro 0+559 que es la intersección de la Panamericana Norte con la parte inicial de la avenida la Marina, el conteo se realizó 7 días (lunes a domingo) en dos hora por día en ambos sentido en entrada y salida, para ser más rápido el conteo, nos facilitamos con el formato 2 que nos brinda el MTC (Ministerio de transporte y Comunicaciones), en la cual viene por separado la clasificación de vehículos, después de obtener la contabilización de vehículos eso nos dice que hemos calculado el IMD (índice medio diario), después de haber calculado el IMD los demás datos se desarrolló en hojas de cálculo que se desarrolló en el Software Microsoft Excel, para así poder hacer el diseño de vía.

Tabla 4: Conteo vehicular

	AUTO	CAMIONETA	COMBI	BUS	CAMION	SEMI TRAILER
DOMINGO	180	90	70	10	5	3
	178	88	66	8	4	3
	358	178	136	18	9	6
LUNES	165	55	68	7	4	2
	160	54	63	6	3	1
	325	109	131	13	7	3
MARTES	160	50	65	5	3	2
	157	49	57	4	3	2
	317	99	122	9	6	4
MIERC	152	47	62	4	2	2
	148	44	60	4	3	1
	300	91	122	8	5	3
JUEVES	155	49	63	5	4	1
	152	45	61	4	3	1
	307	94	124	9	7	2
VIERNES	155	51	63	5	3	2
	160	48	62	3	3	1
	315	99	125	8	6	3
SABADO	160	50	65	7	3	3
	135	45	60	5	5	2
	295	95	125	12	8	5

### 3.8.1.5 Cálculo del Índice Medio Horario (IMDH)

Es la contabilización vehicular que entran y salen de la zona estudiada, se aplica la siguiente fórmula:

$$IMH = E + S$$

Donde:

- **E:** entrada de vehículos
- **S:** salida de vehículos

### 3.8.1.6 Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA)

$$IMDA = IMDs * Fe$$

Donde:

- **IMDs:** índice medio diario semanal
- **Fe:** factor estacional

### 3.8.1.7 Tasa anual de crecimiento de vehículo

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Tabla 5. Tasas de crecimiento del MTC

### 3.8.1.8 Población futura de vehículos

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1}$$

Donde:

- $T_n$ : tránsito proyectado al año "n" en veh/día
- $T_o$ : tránsito actual (año base) en veh/día
- $r$ : tasa anual de crecimiento de tránsito
- $n$ : año futuro de proyección

### 3.8.1.9 Tiempo de vida útil del pavimento

se está considerando un periodo de diseño para 20 años, la cual se define de la siguiente manera.

$$n = 20 \text{ años}$$

### 3.8.1.10 Factor de vehículo pesado

$$fca = \frac{(1 + r)^n}{r} - 1$$

Donde:

- $r$ : tasa de crecimiento
- $n$ : tiempo de vida del pavimento (años)
- $r$ : tasa de crecimiento

### 3.8.1.11 Número de calzada y carril por sentido

**Cuadro 6.1**  
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Tabla 6. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño - MTC

### 3.8.1.12 Factor direccional y factor carril

$$FC * FD$$

Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)
1.00	1.00
1.00	0.80
1.00	0.60
1.00	0.50
0.50	1.00
0.50	0.80
0.50	1.00
0.50	0.80
0.50	0.60
0.50	0.50

Tabla 6.1: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño - MTC

Donde:

Fc: Factor carril

FD: Factor Direccional

### 3.8.1.13 Número de ejes equivalentes

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

Donde:

$\Sigma f. IMDa$ : Sumatoria del índice medio diario

Fd: Factor direccional

Fc: Factor carril

Fca: Factor de vehículos pesados

## 3.8.2 Estudio de suelos

### 3.8.2.1 Generalidades

Estudio efectuado por medio de trabajos de exploración en campo y ensayos de Laboratorio, es necesario para definir el perfil estratigráfico de los suelos conforme a Normas vigentes, así como determinar la característica de esfuerzos y deformación de los suelos, proporcionando los parámetros más importantes de los suelos de apoyo de la cimentación, para la mejor realización de la obra.

Para ello se realizó 6 calicatas 1.50 m de profundidad, la muestra fue retirada cuidadosamente en bolsas herméticas para su estudio en laboratorio llamado **MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION RISING SUN E.I.R.L**, los datos obtenidos son reales porque el laboratorio de suelos es de confiabilidad.

### 3.8.2.2 Objetivos

Los ensayos necesarios para el presente estudio es Análisis granulométrico, Limite líquido, Limite plástico, Índice de plasticidad, Clasificación de SUCS Y AASHTO y CBR

### 3.8.2.3 Ubicación de calicatas

La ubicación de las calicatas comprende la parte inicial, centro y final del tramo de 2.50 Km aproximadamente, y están determinado por las siguientes coordenadas UTM.

CUADRO DE COORDENADAS			
ITEM	DESCRIPCION	NORTE	ESTE
1	C-1	719240.94	9096907.57
2	C-2	719145.34	9096340.09
3	C-3	719051.71	9095934.89
4	C-4	719070.75	9095291.16
5	C-5	719097.55	9095164.65
6	C-6	719693.34	9094234.78

Tabla 7: Cuadro de coordenadas de calicatas

### 3.8.2.4 Recolección de muestras

Para recolectar las muestras del suelo se realizaron 06 calicatas con 1.50 metros de profundidad, ubicadas estratégicamente en un tramo aproximadamente de 2.50 kilómetros, la extracción fue en 02 tandas, la primera a 0.30 metros de profundidad con respecto a la rasante y la segunda a partir de 0.30 a 1.50 metros, estas muestras fueron retiradas en bolsas herméticas de manera cuidadosa para evitar cambiar las propiedades físicas del suelo; Para posteriormente ser llevados a laboratorio para su respectivo análisis.

### 3.8.3 Cálculo del paquete estructural del pavimento

#### 3.8.3.1 Generalidades

La estructura de un pavimento se encuentra conformada por tres capas, la sub-base, base y carpeta asfáltica; a este grupo de espesores se le conoce como paquete estructural del pavimento, es diseñada en base a un estudio de tráfico, parámetros de diseño y la aplicación de la fórmula simple para el cálculo del paquete estructural del pavimento flexible AASHTO 93; de tal forma que cumpla los requerimientos de la transitabilidad de una zona, este grupo de capas además de su óptimo diseño, en su ejecución debe ser empleada con los materiales de calidad para que cumpla con su funcionalidad.

#### 3.8.3.2 Objetivo

- Determinar el número estructural requerido
- Calcular el coeficiente de capa
- Calcular el paquete estructural del pavimento (espesores de capa)

#### 3.8.3.3 Parámetros de diseños

##### 3.8.3.3.1 Ejes equivalentes – ESAL(W18)

Representa la cantidad de vehículos que transitan por vía, para un determinado tiempo de diseño, viene dado por la siguiente fórmula del manual de carreteras del MTC (2013):

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

Donde:

$\Sigma f. IMDa$ : Sumatoria del índice medio diario

Fd: Factor direccional

Fc: Factor carril

Fca: Factor de vehículos pesados

##### 3.8.3.3.2 Suelo de la Sub rasante (CBR)

Es la suma de todos los porcentajes de CBR entre la cantidad de calicatas realizadas para el muestreo.

Nos brinda una información real de porcentaje de CBR que tiene la

sub rasante de la vía en estudio, debido a que calcula el promedio de todas las muestras tomadas.

### 3.8.3.3.3 Módulo de resiliencia

Es el cálculo de la rigidez de la sub rasante, establecida por la siguiente fórmula del manual de carreteras del MTC (2013):

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

### 3.8.3.3.4 Tipo Tráfico

Está relacionado directamente con el ESAL de diseño, representa al rango de tráfico pesado expresando en ejes equivalente.

Se puede determinar en el cuadro 12.1 del manual de carreteras del MTC (2013).

**Cuadro 12.1**  
**Número de Repeticiones Acumuladas**  
**de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño**

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T<sub>PX</sub>: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)

Tabla 8: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes - MTC

### 3.8.3.3.5 Número de etapas

Tiempo de duración de ejecución del proyecto.

### 3.8.3.3.6 Nivel de confiabilidad

Es la probabilidad que el diseño estructural del pavimento cumpla con su funcionalidad en un determinado periodo de diseño, el manual de carreteras del MTC 2013, y está relacionado directamente con el tipo de tráfico pesado expresado en ejes equivalentes y su etapa de diseño. Viene dado por la tabla 12.6 del manual de carreteras del MTC 2013.

**Cuadro 12.6**  
**Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de**  
**diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	<b>T<sub>P0</sub></b>	<b>100,000</b>	<b>150,000</b>	65%
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	95%
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	95%
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	95%
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Tabla 9: Valores recomendados de nivel de confiabilidad - MTC

### 3.8.3.3.7 Coeficiente estadístico de desviación estándar normal

Es la confiabilidad obtenida, para un grupo de valores para una asignación estándar. Cuadro 12.8 del manual de carreteras del MTC 2013.

**Cuadro 12.8**  
**Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)**  
**Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años)**  
**Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,001	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Tabla 10: Coeficientes de desviación estándar – MTC

### 3.8.3.3.8 Desviación estándar combinado

Es el dato que representa la variación del tráfico de diseño, y otras variables que puedan afectar el desarrollo del pavimento; el manual de carreteras del MTC 2013, sugiere que se tome el valor del 0.45.

### 3.8.3.3.9 Índice de serviciabilidad

Representa al servicio de la vía, reflejada en 5 rangos de valores numéricos donde 5 es la mayor comodidad y 0 es la más baja; proporcional al tipo de tráfico y ejes equivalentes.

### 3.8.3.3.10 Diferencial de serviciabilidad según el rango de tráfico

Es la diferencia del índice de serviciabilidad inicial y índice de serviciabilidad final.

### 3.8.3.4 Ecuación básica para el diseño de la estructura un pavimento flexible - AASHTO 93

Obtenidos los parámetros de diseño, aplicamos la ecuación básica para el diseño estructural de un pavimento flexible, mediante el cual obtendremos el numero estructural requerido, está representada por:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

En donde

- $W_{18}$ : tráfico equivalente o ESAL
- $Z_R$ : factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R
- $S_O$ : desviación estándar
- $\Delta PSI$ : diferencia entre los índices de servicio inicial y final deseado
- $M_R$ : modulo de resiliencia efectivo de la subrasante
- $SN$  : número estructural

### 3.8.3.5 Coeficiente estructural de capas

Son valores obtenidos, de acuerdo al criterio de diseño que se brinda a cada capa del paquete estructural. Está establecido en el cuadro 12.13 del manual de carreteras del MTC 2013:

**Cuadro 12.13**  
**Coefficientes 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 Frío, 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 $\leq$ 500,000EE. 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 $\leq$ 500,000EE. 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

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Tabla 11: Coeficientes estructurales de las capas de pavimento - MTC

### 3.8.3.6 Coeficiente de drenaje Para base y sub base

El coeficiente de drenaje tiene por finalidad no omitir la afluencia y su avenamiento en la estructura del pavimento, el manual de carreteras del MTC 2013 recomienda asumir el valor de 1.

### 3.8.3.7 Espesores de capa

Una vez obtenidos los valores anteriores, calculamos el número estructural resultado SNR, teniendo en cuenta los valores mínimos para las capas estructurales donde:

Capa superficial: 5 cm

Base : 15 cm

Sub-base : No menor de 15 cm

Viene establecido por la siguiente fórmula obtenida en el manual de carreteras del MTC 2013

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

Donde:

a1: Coeficiente estructural de la capa superficial

a2: Coeficiente estructural de la base

a3: Coeficiente estructural de la Sub-base

d1: Espesor en cm de la capa superficial

d2: Espesor en cm de la base

d3: Espesor en cm de la Sub-base

m2: Coeficiente de drenaje para base

m3: Coeficiente de drenaje para Sub-base

## 3.8.4 Levantamiento topográfico

### 3.8.4.1 Generalidades

La topografía tiene por objetivo la representación de los accidentes del terreno de una extensión limitada de superficie sobre un plano; de acuerdo con una relación fija llamada escala. También se considera como operaciones topográficas aquellas prácticas en la que se requieren solamente datos numéricos, como determinar la distancia entre dos puntos, conocer la diferencia de nivel entre dos o más puntos, o calcular el área de una extensión de terreno.

### 3.8.4.2 Objetivos

- Realizar la recopilación de información topográfica para elaborar los planos de ubicación y Topográfico.
- Proporcionar información del terreno para que en base a ello se desarrolle estudios de suelo y conteo de tráfico.
- Procesar la información topografía en Civil 3d y graficar las curvas de nivel a cada 1m como indica en el RNE

### 3.8.4.3 Ubicación geográfica de la vía

COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE	NORTE
INICIO	719165.784	9097173.876
FIN	719148.000	9094767.000

Tabla 12: Coordenadas inicio y fin de la Avenida La Marina – Distrito de Moche

### 3.8.4.4 Descripción de la zona de estudio

El proyecto se encuentra ubicado entre las coordenadas UTM WGS 84 – 17L. El Levantamiento Topográfico y la elaboración del plano que se adjunta en la presente Tesis se llevaron a cabo en la Avenida La Marina, Distrito de Moche – Provincia de Trujillo – Departamento de la Libertad.

#### 3.8.4.5 Obtención de imagen satelital

La obtención de la imagen es a través del programa Google Earth, es un navegador que, a través de internet, tiene acceso a imágenes satelitales y fotografías aéreas, se puede utilizar para leer y crear datos en formatos KML (Keyhole Markup Language), este es donde se puede compartir información, ayuda a superar la utilización de los mapas y permite localización de distintos niveles, estructuras rurales y urbanas.



Figura 14: Imagen satelital de la Avenida La Marina – Distrito de Moche

#### 3.8.4.6 Recolección de datos

La recolección de datos se realizó con una ficha de datos (ver anexo 4.4), donde se obtuvo 468 puntos aproximadamente, estos puntos fueron procesados en el AutoCAD, georeferenciadas en el Google Earth, así verificar si están correctas los puntos y coordenadas tomadas en campo.

#### **3.8.4.7 Curvas de nivel**

Las curvas de nivel se realizaron mediante coordenadas que se tomaron en campo y se verificaron con el programa Google Earth, para luego ser ingresados en el Google Mapper, después de eso se abre el archivo KMZ para procesar la zona de la topografía luego ahí se procesa el perfil y las curvas de nivel al hacer ese procedimiento se importa y se graba en el formato DWG que es el formato que se trabaja en el AutoCAD civil 3D.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Estudio de tránsito: Esal de diseño

TIPO DE VEHÍCULO	Veh/día	Fact. Crec.	Tráfico proyectado	Factor ESAL	ESAL de diseño
Autos	328	22.59	2704475	0.0011	2975
Pick Up	113	22.59	931725	0.0011	1025
Rural	131	22.59	1080141	0.0011	1188
Bus de 2E	11	26.49	106357	4.5037	479000
Camión de 3E	7	26.49	67682	3.2846	222308
Semitrailer 2S2	4	26.49	38675	6.5229	252273
<b>TOTAL</b>	<b>594</b>		<b>4929055</b>		<b>958769</b>

Tabla 13: Resultados de obtenidos a partir del conteo vehicular

r:	1.26 %	2.86 %
n:	20	20
Fca	22.59	26.49
Dd	0.5	0.5
Dc	1	1
W18	479385	4.79E+05

Tabla 14: Resultado ESAL de diseño (W18)

## **4.2 Estudio de mecánica de suelos**

### **4.2.1 Perfil estratigráfico**

#### **4.2.1.1 CALICATA N 01: Código C-1**

Ubicado en la coordenada 719240.94 – 9096907.57

E-1 tiene una Profundidad desde 0.00 a 0.30 m, corresponde a material inorgánico, suelo de color marrón claro.

E-2 comprende desde 0.30 a 1.50 m, arena con aglomerante arcilloso, con 13.93 % de finos que pasa por la malla N° 200. Estrato de color marrón claro, su clasificación en el sistema SUCS indica que es un suelo “SC”, clasificado en el sistema AASHTO como un suelo “A-1-a (0)”, con contenido de humedad de 6.30 % índice plástico 17.77%. Sus componentes son: grava 36.86 %, arena 49.21 %, y finos 13.93 %. En una muestra inalterada, el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.295 gr/cc, con un CBR 23.56%.

#### **4.2.1.2 CALICATA N 02: Código C-2**

Ubicado en la coordenada 719145.34 – 9096340.09.

E-1 tiene una profundidad desde 0.00 a 0.30 m, corresponde a material inorgánico de color marrón claro.

E-2 tiene una profundidad desde 0.30 a 1.50 m, arcilla medianamente plástica color beige oscuro, parcialmente húmeda, estructura cohesiva, consistencia blanda, retrae al secado, con 11.72% de finos que pasa por la malla N°200. Estrato de color marrón claro, su clasificación en el sistema SUCS indica que es un suelo “SP-SC”, clasificado en el sistema AASHTO como un suelo “A-1-a (0)”, con un contenido de humedad de 9.80%, índice plástico 14.77%, sus componentes son: grava 44.65%, arena 43.63 %, y finos 11.72%. En una muestra inalterada el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.315 gr/cc, con un CBR 23.49%

#### **4.2.1.3 CALICATA N 03: Código C-3**

Ubicado en la coordenada 719051.71 – 9095934.89.

E-1 tiene una profundidad desde 0.00 a 0.30 m, material orgánico con presencia de raíces de plantas. Suelo de color marrón claro.

E-2 Tiene una profundidad del 0.30 a 1.50 m, gravas con aglomerantes arcillosos, con 9.20% de finos que pasan por la malla N° 200. Estrato de color marrón claro. Su clasificación en el sistema “SUCS” indica que es un suelo “GP-GC”, clasificado en el sistema AASHTO como un suelo “A-1-a (0)”, con contenido de humedad de 7.45%, índice plástico 14.77%. Sus componentes son: gravas 57.35%, arena 33.45% y finos 9.20%. En una muestra inalterada el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.295 gr/cc, con un CBR 24.10%

#### **4.2.1.3 CALICATA N 04: Código C-4**

Ubicado en la coordenada 719070.75 – 9095091.16.

E-1 tiene una profundidad desde 0.00 a 0.30 m, material orgánico con presencia de raíces de plantas. Suelo de color marrón claro.

E-2 Tiene una profundidad del 0.30 a 1.50 m, gravas con aglomerantes arcillosos, con 11.99 % de finos que pasan por la malla N° 200. Estrato de color marrón claro. Su clasificación en el sistema “SUCS” indica que es un suelo “SP-SC”, clasificado en el sistema AASHTO como un suelo “A-2-6 (0)”, con contenido de humedad de 5,70 %, índice plástico 12.92%. Sus componentes son: gravas 30.50 %, arena 57.52 % y finos 11.99%. En una muestra inalterada el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.321 gr/cc, con un CBR 23.45%.

#### **4.2.1.3 CALICATA N 05: Código C-5**

Ubicado en la coordenada 719097.55 – 9095164.65.

E-1 tiene una profundidad desde 0.00 a 0.30 m, material orgánico con presencia de raíces de plantas. Suelo de color marrón claro.

E-2 Tiene una profundidad del 0.30 a 1.50 m, gravas con aglomerantes arcillosos, con 4.48% de finos que pasan por la malla N° 200. Estrato de color marrón claro. Su clasificación en el sistema “SUCS” indica que

es un suelo “SP”, clasificado en el sistema AASHTO como un suelo “A-2-4 (0)”, con contenido de humedad de 8.40%, índice plástico 9.00%. Sus componentes son: gravas 29.00%, arena 66.52% y finos 4.48%. En una muestra inalterada el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.243 gr/cc, con un CBR 23.44%

#### 4.2.1.3 CALICATA N 06: Código C-6

Ubicado en la coordenada 719693.34 – 9094234.78.

E-1 tiene una profundidad desde 0.00 a 0.30 m, material orgánico con presencia de raíces de plantas. Suelo de color marrón claro.

E-2 Tiene una profundidad del 0.30 a 1.50 m, gravas con aglomerantes arcillosos, con 6.08% de finos que pasan por la malla N° 200. Estrato de color marrón claro. Su clasificación en el sistema “SUCS” indica que es un suelo “SP-SC”, clasificado en el sistema AASHTO como un suelo “A-2-4 (0)”, con contenido de humedad de 7.45%, índice plástico 7.19%. Sus componentes son: gravas 26.00%, arena 67.92% y finos 6.08%. En una muestra inalterada el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.295 gr/cc, con un CBR 23.58%

#### 4.2.2 RESUMEN DE ESTRATOS

Tabla resumen de los estratos encontrados con sus principales propiedades

MUESTRA	SUCS	Prof. (m)	Cont. De Humedad (%)	Porcentaje en Muestra de:			Límites de Consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1,M-1	SC	0.30 - 1.50	0.90	36.86%	49.21%	13.93%	36.02%	21.25%	14.77%
C-2,M-1	SP-SC	0.30 - 1.50	0.80	44.65%	43.63%	11.72%	36.02%	21.25%	14.77%
C-3,M-1	GP-GC	0.30 - 1.50	0.70	57.35%	33.45%	9.20%	36.02%	21.25%	14.77%
C-4,M-1	SP-SC	0.30 - 1.50	5.70	30.50%	57.52%	11.99%	35.78%	22.86%	12.92%
C-5,M-1	SP	0.30 - 1.50	8.40	29.00%	66.52%	4.48%	23.00%	14.00%	9.00%
C-6,M-1	SP-SC	0.30 - 1.50	7.45	26.00%	67.92%	6.08%	18.76%	11.57%	7.19%

Tabla 15: Resumen de informe técnico de estudio de suelos

Tabla resumen de CBR obtenidos por sondaje:

RESUMEN SONDAJE/CBR	
CALICATA	CBR
C-1	23.56%
C-2	23.49%
C-3	24.10%
C-4	23.45%
C-5	23.44%
C-6	23.58%

Tabla 15.1: resumen de CBR por sondaje

### 4.3 Cálculo del paquete estructural

#### 4.3.1 Criterios de diseño

Modificar datos:		Cálculos automáticos	Resultados	
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento			ESAL(W18)	479 385
Suelo de la subrasante			CBR =	23.6 %
Módulo de resiliencia de la subrasante		$Mr(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	MR (psi)=	19323.68
Tipo de tráfico		VERDADERO	Tipo:	TP2
Número de etapas			Etapas:	1
Nivel de confiabilidad			conf.	75.0 %
Coeficiente estadístico de desviación estandar normal			ZR	-0.674
Desviación estandar combinado			So	0.45
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico			Pi	3.8
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico			Pt	2
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico			$\Delta \text{PSI}$	1.8

Figura 15: Resultados de criterio de diseño

#### 4.3.2 Aplicación de la ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible – AASHTO 93

Mediante esta ecuación que nos brinda AASHTO 93 se determina el número estructural requerido:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número estructural requerido	<input type="button" value="Calcular SN"/>	SNR=	2.000
------------------------------	--	------	-------

Figura 16: Fórmula básica para pavimentos flexibles AASHTO 93

#### 4.3.3 Coeficientes estructurales de capa

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.125	0.052	0.047

Figura 17: Coeficientes estructurales de capa

#### 4.3.4 Coeficientes de drenaje para bases y sub bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

La guía de carreteras del Ministerio de Transportes y comunicaciones recomienda que:

m2	m3
1	1

#### 4.3.5 Espesores de capas del pavimento flexible de la Avenida La Marina, Distrito de Moche, 2021.

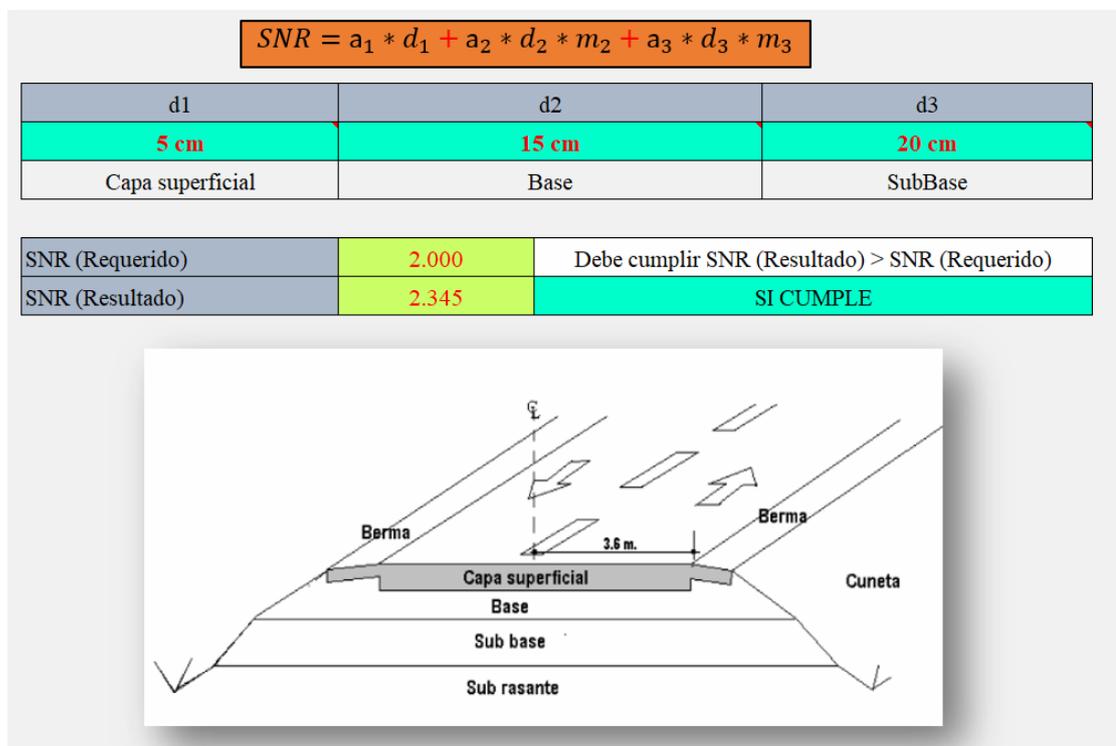


Figura 18: Diseño de pavimento flexible – Avenida La Marina – Distrito de Moche

## 4.4 Estudio Topográfico

### 4.4.1 Ubicación de la Avenida La Marina – Distrito de Moche

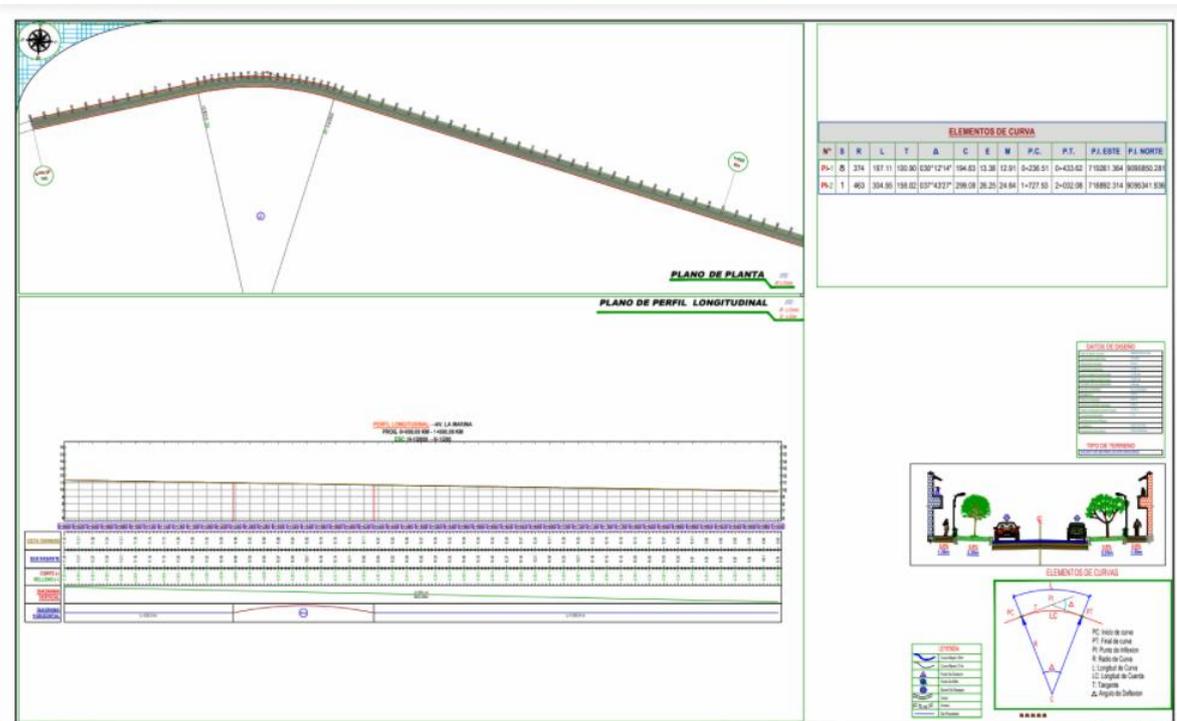


Figura 19: Plano topográfico de la Avenida La Marina- Distrito de Moche

## V. DISCUSION

Para mejorar la transitabilidad de la Avenida La Marina, Distrito de Moche 2021, es necesario realizar un mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible, basándonos en la metodología AASHTO 93 y el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – 2013, obteniendo nuevo paquete estructural con espesores de capa que se asemejen al tráfico de la zona. Mediante el presente proyecto de investigación se pretende disminuir la probabilidad de accidentes por mal estado de la vía, acondicionando un nuevo acceso de calidad al balneario de Las Delicias; por consiguiente, se valida la hipótesis planteada, logrando cumplir con los objetivos trazados.

El estudio de tráfico se inició la recolección de datos en una ficha de observación en campo, al registrar el conteo vehicular y procesándolos con los parámetros de diseños establecidos en el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – 2013 determinando que es una vía de bajo tránsito, asimismo se realizó la extracción del suelo mediante calicatas, para su posterior estudio en laboratorio, encontrando un suelo con xx% de CBR siendo apto para el diseño de esta vía. A su vez se desarrolló un paquete estructural con espesores acorde al tráfico actual y proyectándose a un periodo de 20 años. Se realizó el estudio topográfico obteniendo en campo mediante un gps las coordenadas UTM para luego ser georreferenciadas mediante el programa Google Earth, adquiriendo además del plano topográfico, perfiles con pendiente relativamente llanas.

Según Castro, 2020 en su estudio aplicación del método AASHTO 93 en la elaboración de un proyecto de pavimento rígido, encontró que con el flujo vehicular estimado de la vía y el análisis de tránsito realizado se pudo obtener una losa de la capa de rodadura de 15 cm que es espesor mínimo de acuerdo a norma, contrastando con la presente investigación podemos decir que con el conteo de vehículos obtenemos el flujo vehicular actual que añadiéndole parámetros de diseños podemos obtener una proyección de tráfico en “n” años, donde para esta tesis se encontró que el espesor de capa de rodadura de

acuerdo al tráfico de diseño es 5 cm siendo así también un espesor mínimo para pavimentos flexibles.

Según bravo, 2018, en su investigación estudio de estructura de pavimento flexible entre las calles La Prensa y avenida Las Orquídeas, investigación de pre grado de la universidad Manabí, Ecuador; encontraron las características del suelo que pertenecen a un limo arcilloso de baja plasticidad con un valor de CBR de 2.50%. Por otro lado, la presente investigación se obtuvieron resultados de laboratorio obteniendo suelos con algomerantes arcillosos tipos "CL, SC, GC" en su clasificación SUCS, lo cual nos indica que es un suelo no es apto para ser reutilizado como relleno, adicional se determinó una rasante con CBR 23.56% el cual indica que el terreno es bueno para soportar las cargas de fuerza cortante que ejerce el pavimento.

Del Rosario, 2017, Elaboró de un rol de conservación para las vías en República Dominicana. Aplicación a la carretera El Seibo – Mayo, encontró que, debido al deterioro por el servicio de la vía, se disminuye de manera exponencial el ancho de la calzada, lo que produce que en algunas partes del pavimento, la sección sea muy estrecha requiriendo ensanches para que pueda cumplir con los criterios de diseño asegurando así su funcionalidad, con este antecedente se plasma plan de conservación de la Avenida La Marina, Distrito de Moche, de tal forma que una vez ejecutada la obra mantenga un mantenimiento programado evitando las fallas estructurales, para que la mocionada vía pueda cumplir con su funcionalidad.

Chávez, 2018, Diseñó el pavimento flexible de la Av. Morales Duárez, vía expresa - Lima. Utilizando metodología AASTHO 1993; encontró el esal de diseño obtenido a través de su estudio de tránsito; adicional hizo la comparación del CBR y el módulo de resiliencia para obtener para determinar sus espesores de capa, contrastando con la presente investigación también se utilizó la metodología AASHTO 93 para el diseño estructural del pavimento flexible, partiendo desde el estudio de tráfico, hasta obtener los espesores de capas

óptimos que estén acordes con la transitabilidad de la vía para un periodo de 20 años.

Según Quezada, 2018, elaboró Bases teóricas en el diseño estructural de pavimento flexible y rígido en el mejoramiento de la transitabilidad en sector pueblo nuevo, provincia de Jaén, región Cajamarca, Perú, 2018; estableció los conceptos que se deben aplicar en los procedimientos de elaboración de los estudios preliminares para el desarrollo de la metodología AASHTO 93, la presente tesis se basó en el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2013, donde se encontraron los conceptos y ecuaciones para determinar parámetros de diseño que al ser procesado con la ecuación básica de pavimentos flexibles del método AASHTO 93 se obtuvieron los espesores de capa requeridos, para obtener una mejora del pavimento existente.

Neyra, 2016, realizó un mejoramiento y restauración de infraestructura vial urbana del barrio nuevo San Miguel de la ciudad - provincia del Collao – Puno donde determinó que el tráfico está compuesto principalmente por automóviles, camionetas y camiones de campo, el valor calculado es calculado por el Reglamento Nacional de Vehículos, por consiguiente en la presente investigación se determinó que el tráfico está compuesto principalmente por autos, camionetas, combis; por lo general el tránsito es liviano por no ser una zona rural; y su valor fue calculado basándose en la guía de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – 2013.

Briceño, 2019, elaboró el Diseño estructural del pavimento de la Avenida Juan Pablo II y su interconexión con la vía de evitamiento usando Geosintéticos, encontró que el tiempo de congestión de vehículos es: 6:00 am-8: 30 am, 12:00 pm-2: 00 pm, 6:00 pm-8: 00 pm, teniendo como hora de máxima demanda de 7:00 pm a 8:00 pm, siendo el intervalo de nivel crítico de 7:30 pm a 7:45 pm.; para la investigación de tráfico, se utilizó 7 días calendario de recuento de vehículos para recopilar datos y obtener el número de ejes equivalentes de pavimento flexible que fue de 1514777.58, contrastando con la presente investigación se encontró que el mayor flujo de vehículos que transitan por la zona son los días sábados y domingos, teniendo en cuenta que la vía conecta

la ciudad con una de las pocas playas aptas para ser visitadas, de la misma forma se utilizó 7 días calendarios para realizar el conteo de vehículos durante 2 horas diarias que al ser procesados en gabinete de determinó que el número de ejes equivalentes es 519966 siendo una vía de bajo flujo vehicular.

Bermúdez, Henríquez, 2019, realizó el “Diseño de pavimento flexible para mejoramiento y restauración de la transitabilidad Av. Uno y prolongación Sinchi Roca”. Para el diseño del pavimento estructural de pavimento se consideró el volumen y la predicción del tráfico, la recolección de datos, la investigación en mecánica de suelos y se desarrolló un convenio para determinar sus características en laboratorio. Comparando con la presente investigación se realizó 6 calicatas con 1.5 de profundidad para luego ser llevados al laboratorio para su análisis respectivo de tal forma que se pudiese recaudar datos y verificar que tipo de suelo, así mismo se realizó el diseño de tráfico vehicular encontrando la cantidad de vehículos que transitan por la zona.

Albino, Cisneros, 2017, realizó el “Diagnóstico de transitabilidad vial y sugerencias de diseño para la estructura de pavimento de las calles 5 y 9 en el centro poblado alto de Trujillo-Trujillo-La Libertad”, donde consideró el volumen de tráfico existente, su pronóstico y los aspectos estéticos del proyecto en su conjunto; se determinó la ubicación de los puntos estratégicos para ubicar el pozo de extracción de muestreo, y de esta manera se determinan las propiedades físicas y mecánicas del suelo y su capacidad de carga, en la presente tesis después de tener contabilizado los vehículos livianos y pesados se procedió con el desarrollo con la metodología AASHTO 93, donde mediante la ecuación del pavimento flexible se calculó los espesores de capa teniendo como resultado en la capa superficial 5cm, base 15 cm, sub base 20 cm, teniendo un cumplimiento del mismo.

La presente investigación “mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de la Avenida La Marina, Distrito de Moche, 2021” tiene la finalidad de mejorar las características de la vía, pero esta tesis tuvo limitaciones tanto

económicos debido a los estudios preliminares que conlleva como son el estudio de mecánica de suelos, el levantamiento topográfico, demanda de un costo elevando, social debido a la falta de interés de las entidades públicas por no dejar acceder a información registrada a través del tiempo, biológico debido a coyuntura del covid-19 en la cual nos dificulta llevar la investigación de una forma totalmente presencial. Esta investigación aporta nuevos criterios de diseño pensando en una población futura, mejorando las características de la vía ya existente, que de ser ejecutada mejorará la calidad de vida de los pobladores de la zona de influencia.

El nuevo diseño estructural del pavimento flexible de la avenida la Marina distrito de Moche, 2021, cuenta con un estudio de tránsito de ejes equivalentes proyectados para un periodo de 20 años, cuenta con un suelo arcilloso el cual no es recomendable reutilizar como relleno además tiene una rasante con CBR de 23.603% el cual es factible para realizar el diseño del pavimento debido a que la avenida es de bajo flujo vehicular, cuenta con un paquete estructural que consta de 5 cm de capa superficial, 15 cm de base y 20 cm sub base, el cual aceptable para el ESAL(W18) de diseño, debido a que la rasante estará expuesta menores cantidades de fuerza cortante, por ser una avenida de tránsito liviano; adición cuenta con un levantamiento topográfico que logra identificar pendientes, cotas, viviendas, buzones e intersecciones, que son tomados en cuenta en el diseño.

Los hallazgos encontrando en la presente investigación son similares a los mencionados por los autores en los antecedentes. Castro, 2020, determina los espesores de capa de acuerdo al flujo vehicular que es el mismo procedimiento utilizado en la presente información debido a que con el IMD de la zona se puede hallar el espesor requerido. Quezada, 2018, estableció bases teóricas para el desarrollo del pavimento flexible, contrastando con la presente tesis que se basó en la guía de carreteras de del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – 2013 empleando la metodología AASHTO 93. Se puede inferir que los

resultados obtenidos en la presente investigación van acordes con los resultados de los autores de los antecedentes.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Con la recolección de datos tomados en campo, mediante el conteo vehicular se pudo realizar el diseño del tránsito vehicular del pavimento flexible de la Avenida La Marina, Distrito de Moche, 2021, utilizando la metodología AASHTO 93 y los formatos brindados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), hallando el valor de los ejes equivalentes con proyección para un periodo de 20 años.
- Se pudo extraer muestras del suelo mediante 06 calicatas y fueron llevadas al laboratorio, donde se obtuvo resultados de tipos de suelos, CBR que caracterizan la vía, en adición a ellos se puede decir que el suelo de la sub rasante es apto para realizar el diseño del pavimento flexible.
- Se pudo obtener los espesores del paquete estructural, mediante el método AASHTO 93, tomando criterios de diseños acorde a la transitabilidad actual y proyectada para 20 años, proporcionando comodidad y seguridad para los usuarios que transitan por la avenida en mención.
- Se obtuvo información topográfica de la zona de estudio, donde se logró identificar la presencia de viviendas, buzones, veredas, postes, según la generación de curvas de nivel se pudo encontrar que el rango de elevaciones esta entre 4 y 11 m.s.n.m.

## VII. RECOMENDACIONES

- La información obtenida en la presente investigación es de suma importancia para el desarrollo de la transitabilidad de la Avenida la Marina, uniéndolo el Distrito de Moche con el balneario de Las Delicias, se recomienda a la población usuaria a respetar los límites de velocidad, peso, teniendo en cuenta que es una vía de bajo tránsito; adicional al poblador mantenerla siempre limpia, libre de cuerpos extraños que puedan friccionar la calzada generando algún tipo de falla.
- Teniendo en cuenta el desarrollo de la zona de influencia, se recomienda a la Municipalidad Distrital de Moche, ejecutar la obra en un tiempo no prolongado, empleando personal capacitado y materiales de calidad para poder obtener resultados deseados.
- Como tesis recomendamos iniciar estudios complementarios que puedan aportar grandes beneficios para la presente investigación, como un plan de mantenimiento de la avenida en mención, optimizando y cuidando las propiedades de la misma, prolongando su tiempo de vida.
- Es recomendable mantener la información con datos originales, para, garantizar en una posible ejecución, obtener los resultados deseados, mejorando la calidad de vida del usuario.

## REFERENCIAS

- Albino, Y. M., y Cisneros, G. A. (2017). Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 y 9 del centro poblado alto Trujillo – Trujillo - La Libertad (tesis pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Amaya, O.F. (2019). *Diseño de la estructura de un Pavimento Flexible Aplicando el Método AASHTO-93, para el corredor Vial comprendido entre la Diagonal 65 – Cai Boston – Cruce vía Yuma en Barrancabermeja, Santander* (tesis pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C.
- Aristizabal, L.M., Hoyos, J.F., Gil, L., et al. (2014). *Diseño de un pavimento flexible por los métodos AASTHO y racional* (tesis pregrado). Universidad de Pereira, Colombia.
- Asociación Mundial de la Carretera (s.f). Importancia de la conservación de carreteras. Recuperado de <http://elrincondepitagoras.es/PAGINAS%20DEFINITIVAS/documentos/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LA%20CONSERVACION/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LA%20CONSERVACION%20DOCUMENTO%20OFICIAL%20Y%20DEFINITIVO%2010-02-2015.pdf>
- Banco Mundial. (22 de setiembre 2017). *Transporte: Panorama general*. Washington D. C., EU: bancomundial.org. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview>
- Bermúdez, C., y Henríquez, J.P. (2019). *Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la prolongación Av. Uno y la prolongación Sinchi Roca* (tesis pregrado). Universidad Antenor Orrego, Trujillo, Perú
- Briceño, J.L. (2019). *En su tesis Diseño estructural del pavimento de la Av. Juan Pablo II y su interconexión con la vía de evitamiento utilizando Geosintéticos* (tesis pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

- Castro, M.G., Castro, LA., y Castro. (2020). Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido. *Polo del Conocimiento*, 5(9), 640-663. doi: 10.23857/pc.v5i9.1717
- Chávez, R.S. (2018). *Diseño del pavimento flexible para la Av. Morales Duárez, de la vía expresa línea amarilla en la ciudad de Lima* (tesis pregrado). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.
- Del Rosario Brito. 2017. *Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la Republica Dominicana*. Aplicación a la carretera El Seibo – Hato Mayor. España. Recuperado de [http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1502/La\\_observacion\\_Lidia\\_Diaz\\_Sanjuan\\_Texto\\_Apoyo\\_Didactico\\_Metodo\\_Clinico\\_3\\_Sem.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/103062/TFM%20ALVIN%20DEL%20ROSARIO%20BRITO.pdf?sequence=1](http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1502/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/103062/TFM%20ALVIN%20DEL%20ROSARIO%20BRITO.pdf?sequence=1)
- Díaz, L. (2011). *La observación*. Facultad de psicología, UNAM. Recuperado de
- Guzmán, A. (5 de diciembre de 2015). La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país. *Lima, Perú: Udep*. Recuperado de <http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>
- Guzmán, Boza A (5 de diciembre, 2015). “*La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país*”. Udep [Hoy]. Recuperado de: [http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/http://200.62.226.186/bitstream/upaorep/638/1/GOMEZ\\_SUSAN\\_PAVIMENTO\\_FLEXIBLE\\_%c3%93VALO.pdf](http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/http://200.62.226.186/bitstream/upaorep/638/1/GOMEZ_SUSAN_PAVIMENTO_FLEXIBLE_%c3%93VALO.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Educación: McGraw-Hill. 5ta edición. Recuperado de [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
- INEI. (2020). *PERÚ: Estimaciones y Proyecciones de Población por Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020*. Recuperado de

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1715/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/Libro.pdf)

- Mendoza, E.S. (2019). *Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecánico AASHTO 93 y Shell para determinar la vida útil del pavimento* (tesis pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Montealegre, W.A. (2019). *Diseño de un pavimento flexible por el método AASTHO utilizando como capa de rodadura un asfalto natural y chequearlo por el método racional* (tesis pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia.
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos Resolución Directoral N°10-2014-MTC/14*. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)
- Neyra V. (2016). *En la tesis Mejoramiento y rehabilitación de infraestructura vial urbana en el barrio nuevo san miguel de la ciudad de llave - provincia del Collao – Puno* (tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Orbegoso, J. (2018). *Bases teóricas para el Diseño de Pavimento Flexible en el Centro Poblado el Milagro, Trujillo, 2018* (tesis pregrado). Universidad Privada de Trujillo.
- Ospina, J.P. (2019). *Diseño estructural del pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio de Espinal-departamento del Tolima* (tesis pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué.
- Pimienta, R. (2000). Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas. *Política y Cultura*, (13), 2000, 263-276. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/267/26701313.pdf>
- Provias Nacional. (2008). *Estudio definitivo para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera Ayacucho-Abancay*. Recuperado de

<http://gis.proviasnac.gob.pe/Expedientes/2011/LP005/DVD2/Vol%201%20Dise%C3%B1o%20de%20pavimentos.pdf>

Quezada (2018). *En su estudio titulado Bases teóricas para el diseño estructural de pavimentos flexibles y rígidos para el mejoramiento de la transitabilidad en sector pueblo nuevo, provincia de Jaén, región Cajamarca, Perú, 2018* (tesis pregrado). Universidad Privada de Trujillo, Perú.

Rico, A., Téllez, G. y Garnica, P. (1998). *Pavimentos flexibles, problemática, metodologías de diseño y tendencias*. Recuperado de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt104.pdf>

Sarmiento, J.A., y Arias, T.W. (2015). *Análisis y diseño vial de la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín* (tesis pregrado). Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Trujillo en Línea (2015). *Municipalidad de Trujillo inició asfaltado de avenida La Marina*.

Recuperado de; <http://www.trujilloenlinea.pe/noticias/locales/13/05/2015/municipalidad-de-trujillo-inicio-asfaltado-de-avenida-la-marina>

Vargas, Z. (2009). La Investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, 33(1),155-165. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Wardle, L. y Rodway, B. (2010). *Diseño avanzado de pavimentos de aeronaves flexibles. 24th ARRB Conference, Melbourne, Australia*. Recuperado de [https://pavement-science.com.au/es/softover/hipave/hipave\\_papers/](https://pavement-science.com.au/es/softover/hipave/hipave_papers/)

## ANEXOS

### Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)

#### **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR(ES)**

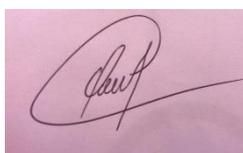
Nosotros, Ronceros León Ricardo Steven y Vera Ruiz Anadela, alumnos de la facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada “Mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de la Avenida la Marina, Distrito Moche 2021”.

Son:

1. De nuestra autoría.
2. La presente tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente.
4. Los resultados presentados en la presente la Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Fecha 06 de julio del 2021



---

RONCEROS LEON RICARDO STIVEN  
70012065



---

VERA RUIZ ANADELA  
74138482

## Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)

### **DECLARACION DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR**

Yo Josualdo Carlos Villar Quiroz, docente de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, revisor del trabajo de Tesis titulado “mejoramiento del diseño estructural del pavimento flexible de la Avenida la Marina, Distrito de Moche 2021”, de los estudiantes Ronceros León Ricardo Steven y Vera Ruiz Anadela, constatamos que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo 06 de julio del 2021



---

VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS  
40132759

Anexo 3.

- Anexo 3.1:

Tabla 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>Mejoramiento del diseño estructural</b>	En el contexto de mejora, podemos decir que estas estructuras permiten determinar la forma, condiciones y características de los materiales al aplicar nuevos pavimentos y capas de espesor, de manera que la nueva estructura cuente con un índice de serviciabilidad real y con garantía de acuerdo con la vida útil esperada. (Gonzales, 2020).	El diseño de la estructura del pavimento flexible se desarrollará aplicando el método AASHTO.	Estudio de tránsito	IMD	RAZON
				Criterios de diseño	RAZON
			Estudio de suelos	Granulometría	RAZON
				Límite líquido	RAZON
				Límite plástico	RAZON
				Índice de plasticidad	RAZON
				Clasificación SUCS y AASHTO	RAZON
				CBR	RAZON
			Cálculo del Paquete estructural	Numero de estructura requerido	RAZON
				Cálculo de coeficiente de capa	
			Levantamiento Topográfico	Cálculo del paquete estructural del pavimento	RAZON
Coordenadas	RAZON				
Plano de ubicación	RAZON				

Fuente: elaboración propia de los autores.

- Anexo 3.2

Tabla 3.2. Indicadores de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudiar el tránsito vehicular en la Av. La Marina Distrito, Moche</li> </ul>	Estudio de tránsito	Se calcula el esal de diseño W18 para un periodo de 20 años	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ficha de observación:</b> Conteo de vehículos</li> </ul>	10	Aplicando las ecuaciones registradas en la guía de carreteras del Ministerio de Transportes y comunicaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar correctamente La muestra de suelo.</li> </ul>	Estudio de suelos	Se analiza las muestras obtenidas mediante calicatas, para obtener las características que tiene el suelo de la zona en estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ficha de Datos 1:</b> Estudio de suelos</li> </ul>	10	Obtención de datos mediante experimentación en laboratorio de mecánica de suelos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculo del paquete estructural que proporcione comodidad y seguridad a los usuarios de la Av. La Marina.</li> </ul>	Cálculo del paquete estructural	Se calcula el número estructural requerido y las nuevas capas que tendrá el pavimento flexible de la Avenida La Marina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ecuaciones y cálculos mediante la guía de carreteras del MTC</li> </ul>	11	Aplicación de la ecuación básica de pavimentos flexibles de AASHTO 93, teniendo en cuenta los criterios de diseños, para la obtención de nuevos espesores de capa
<ul style="list-style-type: none"> <li>Levantamiento topográfico, de la Av. La Marina.</li> </ul>	Levantamiento topográfico	Se realiza la lectura de coordenadas mediante un GPS, para obtener un levantamiento digital georreferenciado	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ficha de Datos 2:</b> Levantamiento topográfico.</li> </ul>	9	Levantamiento topográfico digital georreferencial

Fuente: elaboración propia de los autores.

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

Anexo 4.1 Estudio de clasificación vehicular

FORMULARIO N° 2  
ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
HOJA RESUMEN

CARRETERA	Tramo: _____
SENTIDO	ENTRADA : ← SALIDA : →
UBICACIÓN	

ESTACION	
CODIGO ESTACION	
FECHA	

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAYLER			TRAYLER				TOTAL	PORC. %
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA. VEH																				
	E																			
	S																			
	E																			
	S																			
	E																			
	S																			
	E																			
	S																			
	E																			
	S																			

Luis Alberto Horna Araujo  
ING. CIVIL  
CIP. 24662

Encuestador: .....

Jefe de Brigada

Supervisor

Figura 20: Estudio de clasificación vehicular

Anexo 4.2 Formato de estudio de suelos

FORMATO DE ESTUDIO DE SUELO								
							Fecha	
<b>I. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO</b>								
PROF. (m.)	N° de muestra	Peso recipiente	Peso recipiente + muestra húmeda	Peso del recipiente + muestra seca	Peso de Agua	Peso seco	W%	
							W Promedio %	
<b>II. GRANULOMETRÍA</b>								
PROF. (m.)	N° de muestra	Tamiz N°	Abertura (mm.)	Peso retenido (g.)	% retenido	% acumulado	% pasa	% acumulado
				Pasa				
Gráfica curva de Distribución granulométrica								
<b>III. LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>								
	Límite líquido	% humedad	Límite plástico	% humedad	Índice plasticidad	%		
Peso Tara + Peso Muestra Húmeda								
Peso Tara + Peso Muestra Seca								
Peso Agua								
Peso Tara								
Peso muestra seca								
Gráfica de plasticidad de USCS								
<b>IV. C.B.R.</b>								

Figura 21: Formato estudio de suelos

Anexo 8. Fotos y documentos



Figura 22: Conteo vehicular

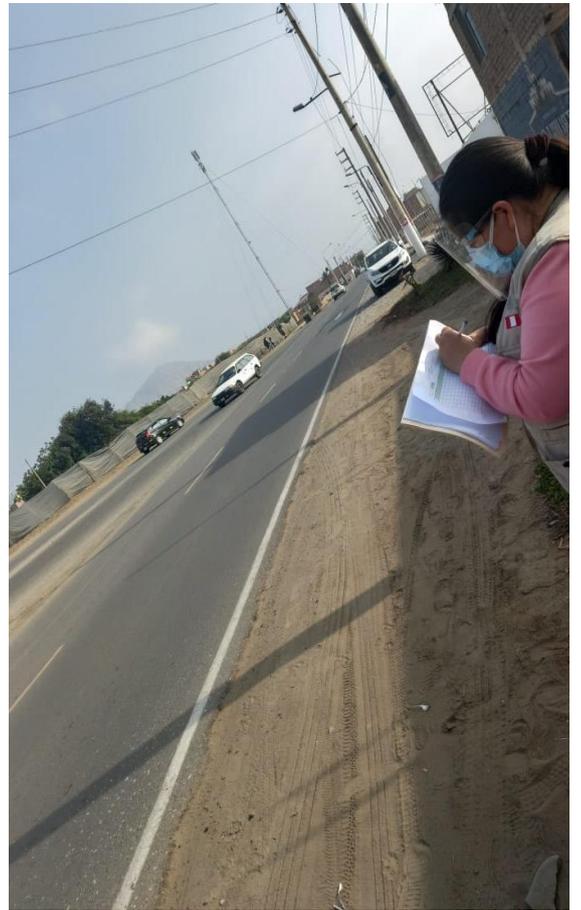


Figura 22.1: Conteo vehicular



Figura 24: Recolección de muestra de suelo



Figura 25: Recolección de muestra de suelo

# Estudio de tránsito vehicular

FORMULARIO N° 2  
ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
HOJA RESUMEN

CARRETERA		AV LA MARINA - PANAMERICANA NORTE				ESTACION			
SENTIDO		Tramo: ENTRADA : ← SALIDA : →				CODIGO ESTACION			
UBICACION		D + 559				FECHA		02 / 05 / 2021	

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %			
			PICKUP	RURAL Combi	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3					
2 H (3:0PM - 5PM)	E																						
	S																						

Encuestador: Anabela Vera Ruiz  
 DIA DOMINGO

Jefe de Brigada \_\_\_\_\_ Supervisor \_\_\_\_\_

Figura 26: Conteo de vehículos 02/05/2021

FORMULARIO N° 2  
**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
 HOJA RESUMEN

CARRETERA: AU CA FARINA BAWATELICANA NORTE  
 Tramo: \_\_\_\_\_  
 SENTIDO: ENTRADA: ← SALIDA: →  
 UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

ESTACION: \_\_\_\_\_  
 CODIGO ESTACION: \_\_\_\_\_  
 FECHA: 03 / 05 / 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %				
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3						
2 H (3PM-5PM)	E																							

Encuestador: Anadela Vera Ruiz Jefe de Brigada: \_\_\_\_\_ Supervisor: \_\_\_\_\_

DIA: LUNES

Figura 27: Conteo de vehículos 03/05/2021



FORMULARIO N° 2  
**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
 HOJA RESUMEN

CARRETERA	AV. LA TIARRINA PANAMERICANA NORTE
SENTIDO	Tramo: ENTRADA : ← SALIDA : →
UBICACION	

ESTACION	
CODIGO ESTACION	
FECHA	05 / 05 / 21

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
DIAGRA. VEH.																					
2H (3:00PM - 5PM)	E																				
	S																				

Encuestador: Anabela Vera Ruiz  
 DIA MIÉRCOLES

.....  
 Jefe de Brigada

.....  
 Supervisor

Figura 29: Conteo de vehículos 05/05/2021

FORMULARIO N° 2  
 ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
 HOJA RESUMEN

CARRETERA	Av La Marina - Panamericana Norte
SENTIDO	Tramo: ENTRADA : ← SALIDA : →
UBICACION	

ESTACION	
CODIGO ESTACION	
FECHA	06 05 21

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %		
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
3 PM - 5 PM	E																					
		2 H	S																			

Encuestador: Ronceros Leon Ricardo steven  
 DIA Jueves

Jefe de Brigada

Supervisor

Figura 30: Conteo de vehículos 06/05/2021



FORMULARIO N° 2  
**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
 HOJA RESUMEN

CARRETERA	Au La Marina - Panamericana Norte
SENTIDO	Tramo: ENTRADA : ← SALIDA : →
UBICACION	

ESTACION	
CODIGO ESTACION	
FECHA	05 / 05 / 2021

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %				
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3								
2H (3PM - 5PM)	E																									
	S																									

Encuestador: Ronceros Leon Ricardo steven  
 DIA SABADO

Jefe de Brigada  
 Supervisor

Figura 32: Conteo de vehículos 08/05/2021

	AUTO	CAMIONETA	COMBI	BUS	CAMION	SEMI TRAILER
DOMINGO	180	90	70	10	5	3
	178	88	66	8	4	3
	358	178	136	18	9	6
LUNES	165	55	68	7	4	2
	160	54	63	6	3	1
	325	109	131	13	7	3
MARTES	160	50	65	5	3	2
	157	49	57	4	3	2
	317	99	122	9	6	4
MIERC	152	47	62	4	2	2
	148	44	60	4	3	1
	300	91	122	8	5	3
JUEVES	155	49	63	5	4	1
	152	45	61	4	3	1
	307	94	124	9	7	2
VIERNES	155	51	63	5	3	2
	160	48	62	3	3	1
	315	99	125	8	6	3
SABADO	160	50	65	7	3	3
	135	45	60	5	5	2
	295	95	125	12	8	5

TIPO DE VEHÍCULO	Veh/día	Fact. Crec.	Tráfico proyectado	Factor ESAL	ESAL de diseño
Autos	328	22.59	2704475	0.0011	2975
Pick Up	113	22.59	931725	0.0011	1025
Rural	131	22.59	1080141	0.0011	1188
Bus de 2E	11	26.49	106357	4.5037	479000
Camión de 3E	7	26.49	67682	3.2846	222308
Semitrailer 2S2	4	26.49	38675	6.5229	252273
<b>TOTAL</b>	<b>594</b>		<b>4929055</b>		<b>958769</b>

r:	1.26 %	2.86 %
n:	20	20
Fca	22.59	26.49

Dd	0.5	0.5
Dc	1	1
W18	479385	4.79E+05

Figura 33: Calculo de ESAL W18 de diseño

# Estudio de suelos

OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA-DISTRITO DE MOCHE DE LA RED VIAL 4, TRAMO PATIVILCA-SANTA-TRUJILLO Y DV. SALAVERRY-EMPALM R01N"  
 SOLICITA: - RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE MARMOT-PROVINCIA DE TRUJILLO-LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, MAYO DEL 2021

Prof(m) : 0.30 - 1.50

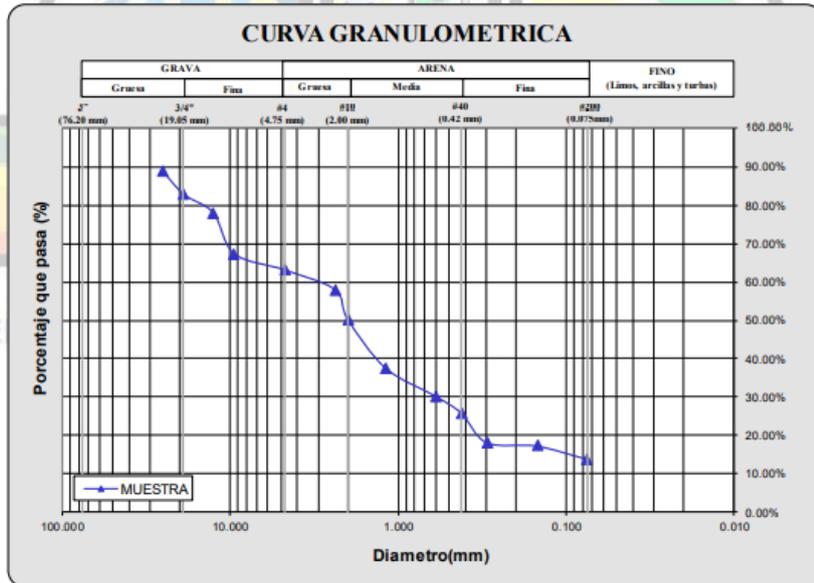
CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-1
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA	Muestra:	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		4387.30				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		611.00				Tipo III	
Peso Tamizado (gr)		3776.30				Superior Inferior	
ABERT. MALLA	Peso	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa	
Pulg/malla	mm						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	488.00	11.12%	11.12%	88.88%		
3/4"	19.050	266.70	6.08%	17.20%	82.80%		
1/2"	12.700	210.10	4.79%	21.99%	78.01%		
3/8"	9.525	466.30	10.63%	32.62%	67.38%		
No 4	4.750	186.00	4.24%	36.86%	63.14%		
No 8	2.381	225.00	5.13%	41.99%	58.01%		
No 10	2.000	340.00	7.75%	49.74%	50.26%		
No 16	1.191	554.30	12.63%	62.37%	37.63%		
No 30	0.595	324.60	7.40%	69.77%	30.23%		
No 40	0.420	191.90	4.37%	74.14%	25.86%		
No 50	0.296	335.40	7.64%	81.79%	18.21%		
No 100	0.149	38.40	0.88%	82.66%	17.34%		
No 200	0.075	149.60	3.41%	86.07%	13.93%		
Plato		611.00	13.93%	100.00%	0.00%		
Sumatoria		4387.30	100.00%				

<b>OBSERVACIONES:</b>	
Tamaño Máximo:	#N/D
<b>Limites de Consistencia:</b>	
Limite Liquido:	36.02%
Limite Plastico:	21.25%
Limite de Contraccion:	16.82%
Indice de Plasticidad:	14.77%
<b>Porcentaje en muestra:</b>	
% Grava (3" a #4):	36.86%
% Arena (#4 a #200):	49.21%
% Finos (Menor a #200):	13.93%
<b>Características Granulométricas:</b>	
D <sub>60</sub> (mm):	-
D <sub>50</sub> (mm):	1.98
D <sub>30</sub> (mm):	-
D <sub>10</sub> (mm):	-
Cu:	-
Cc:	-
<b>Clasificación:</b>	
SUCS:	SC
AASHTO:	A-1-a 0



OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA-DISTRITO DE MOCHE  
 PROVINCIA DE TRUJILLO-LA LIBERTAD"  
 SOLICITA: RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE MARMOT-PROVINCIA DE TRUJILLO-LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, MAYO DEL 2021  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Prof (m) : 0.30 - 1.50  
 Sondaje: C-1  
 Muestra: M-1

### LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

#### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	69.06	55.09	57.93	56.88
Tara + suelo seco	55.02	46.31	52.24	46.98
Agua	14.04	8.78	5.69	9.90
Peso de la tara	20.20	23.50	36.33	18.60
Peso del suelo seco	34.82	22.81	15.91	28.38
% humedad	40.31%	38.49%	35.76%	34.89%
No. golpes	7	12	27	35
LIMITE LIQUIDO	36.02%			



#### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	30.84	15.13		
Tara + suelo seco	30.25	14.52		
Agua	0.59	0.61		
Peso de la tara	27.98	11.74		
Peso del suelo seco	2.87	2.78		
% humedad	20.56%	21.94%		
LIMITE PLASTICO	21.25%			

#### RESULTADOS:

Límite Líquido:	36.02%
Límite Plástico:	21.25%
Límite de Contracción:	16.82%
Índice de Plasticidad:	14.77%

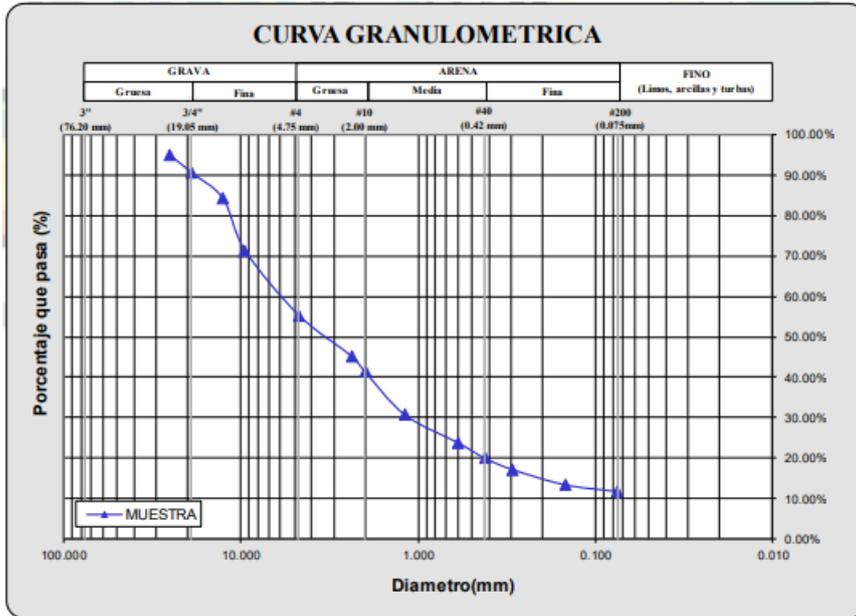
OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA-DISTRITO DE MOCHE-  
 PROVINCIA DE TRUJILLO-LA LIBERTAD"  
 SOLICITA: RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE MOCHE - PROVINCIA DE TRUJILLO -REGION LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, MAYO DEL 2021

Prof(m) : 0.30 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-2
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA UNIFORME	Muestra:	M-1

### PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)	5211.50				Especificaciones	<b>OBSERVACIONES:</b> Tamaño Maximo: #N/D Límites de Consistencia: Límite Líquido: 36.02% Límite Plástico: 21.25% Límite de Contracción: 16.82% Índice de Plasticidad: 14.77%  Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 44.65% % Arena (#4 a #200): 43.63% % Finos (Menor a #200): 11.72%  Características Granulométricas: D60: (mm): 6.14 D50: (mm): 3.51 D30: (mm): 1.13 D10: (mm): 7.53 Cu: 0.82 Cc: 0.03 Clasificación: SP-SC SUCS: SP-SC AASHTO: A-1-a 0
Pérd. por lavado (gr)	611.00				Tipo III	
Peso Tamizado (gr)	4600.50				Superior Inferior	
ABERT. MALLA	Peso	%	% Ret	% Pasa	% Pasa	% Pasa
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400	266.80	5.12%	5.12%	94.88%	
3/4"	19.050	228.80	4.39%	9.51%	90.49%	
1/2"	12.700	331.50	6.36%	15.87%	84.13%	
3/8"	9.525	669.90	12.85%	28.72%	71.28%	
No 4	4.750	829.80	15.92%	44.65%	55.35%	
No 8	2.381	531.10	10.19%	54.84%	45.16%	
No 10	2.000	199.60	3.83%	58.67%	41.33%	
No 16	1.191	555.10	10.65%	69.32%	30.68%	
No 30	0.595	361.40	6.93%	76.25%	23.75%	
No 40	0.420	196.80	3.78%	80.03%	19.97%	
No 50	0.296	143.70	2.76%	82.79%	17.21%	
No 100	0.149	198.30	3.81%	86.59%	13.41%	
No 200	0.075	87.70	1.68%	88.28%	11.72%	
Plato		611.00	11.72%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)
Sumatoria		5211.50	100.00%			9.80



MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
 RUSING SUN E.I.R.L.  
 Santos Alejandro Harmanegildo Alarcón  
 CIP 48518

OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA-DISTRITO DE MOCHE-  
 PROVINCIA DE TRUJILLO-LA LIBERTAD"  
 SOLICITA: RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA.  
 UBICACION: DISTRITO DE MOCHE - PROVINCIA DE TRUJILLO -REGION LA LIBERTAD  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA UNIFORME (SP-SC)

0 0.00  
 Sondaje: C-2  
 Muestra: M-1

## LIMITE DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

**LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	69.06	55.09	57.93	56.88
Tara + suelo seco	55.02	46.31	52.24	46.98
Agua	14.04	8.78	5.69	9.90
Peso de la tara	20.20	23.50	36.33	18.60
Peso del suelo seco	34.82	22.81	15.91	28.38
% humedad	40.31%	38.49%	35.76%	34.89%
No. golpes	7	12	27	35
LIMITE LIQUIDO	<b>36.02%</b>			

ISTRUCTION

**LIMITE PLASTICO**

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	30.84	15.13		
Tara + suelo seco	30.25	14.52		
Agua	0.59	0.61		
Peso de la tara	27.38	11.74		
Peso del suelo seco	2.87	2.78		
% humedad	20.56%	21.94%		
LIMITE PLASTICO	<b>21.25%</b>			

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	<b>36.02%</b>
Liquido Plastico:	<b>21.25%</b>
Limite de Contraccion:	<b>16.82%</b>
Indice de Plasticidad:	<b>14.77%</b>

MINERAL TECHNOLOGY & CONSTRUCTION  
 RUSING SUN E.I.R.L.  
 Santos Alejandro Harmanegildo Alarcón  
 CIP 48518

OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA-DISTRITO DE MOCHE-  
 PROVINCIA DE TRUJILLO-LA LIBERTAD"  
 SOLICITA: RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE MOCHE - PROVINCIA DE TRUJILLO -REGION LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, MAYO DEL 2021

Prof(m) : 0.30 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-3
CLASE DE SUELO:	GRAVA ARCILLOSA UNIFORME	Muestra:	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		6641.50				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b> Tamaño Maximo: #N/D Límites de Consistencia: Límite Líquido: 36.02% Límite Plástico: 21.25% Límite de Contracción: 16.82% Índice de Plasticidad: 14.77%
Pérd. por lavado(gr)		611.00				Tipo III		
Peso Tamizado (gr)		6030.50				Superior Inferior		
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>57.35%</b> % Arena (#4 a #200): <b>33.45%</b> % Finos (Menor a #200): <b>9.20%</b>  <b>Características Granulométricas:</b> D60: (mm): 10.78 D50: (mm): 7.26 D30: (mm): 1.92 D10: (mm): 0.10 Cu: <b>107.80</b> Cc: <b>3.42</b> <b>Clasificación:</b> SUCS: <b>GP-GC</b> AASHTO: <b>A-1-a 0</b>
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800							
1 1/2"	38.100	631.80	9.51%	9.51%	90.49%			
1"	25.400	718.50	10.82%	20.33%	79.67%			
3/4"	19.050	332.80	5.01%	25.34%	74.66%			
1/2"	12.700	632.10	9.52%	34.86%	65.14%			
3/8"	9.525	564.30	8.50%	43.36%	56.64%			
No 4	4.750	929.60	14.00%	57.35%	42.65%			
No 8	2.381	563.60	8.49%	65.84%	34.16%			
No 10	2.000	243.80	3.67%	69.51%	30.49%			
No 16	1.191	343.80	5.18%	74.69%	25.31%			
No 30	0.595	336.10	5.06%	79.75%	20.25%			
No 40	0.420	193.40	2.91%	82.66%	17.34%			
No 50	0.296	148.90	2.24%	84.90%	15.10%			
No 100	0.149	254.90	3.84%	88.74%	11.26%			
No 200	0.075	136.90	2.06%	90.80%	9.20%			
Plato		611.00	9.20%	100.00%	0.00%		Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		6641.50	100.00%				<b>7.45</b>	

OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA-DISTRITO DE MOCHE-  
 PROVINCIA DE TRUJILLO-LA LIBERTAD"  
 SOLICITA: RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE MOCHE - PROVINCIA DE TRUJILLO -REGION LA LIBERTAD  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:**  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA ARCILLOSA UNIFORME (GP-GC)

Prof(m) : 0.30 - 1.50  
 Sondaje: C-3  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	69.06	55.09	57.93	56.88
Tara + suelo seco	55.02	46.31	52.24	46.98
Agua	14.04	8.78	5.69	9.90
Peso de la tara	20.20	23.50	36.33	18.60
Peso del suelo seco	34.82	22.81	15.91	28.38
% humedad	40.31%	38.49%	35.76%	34.89%
No. golpes	7	12	27	35
LIMITE LIQUIDO	<b>36.02%</b>			

### LIMITE PLASTICO

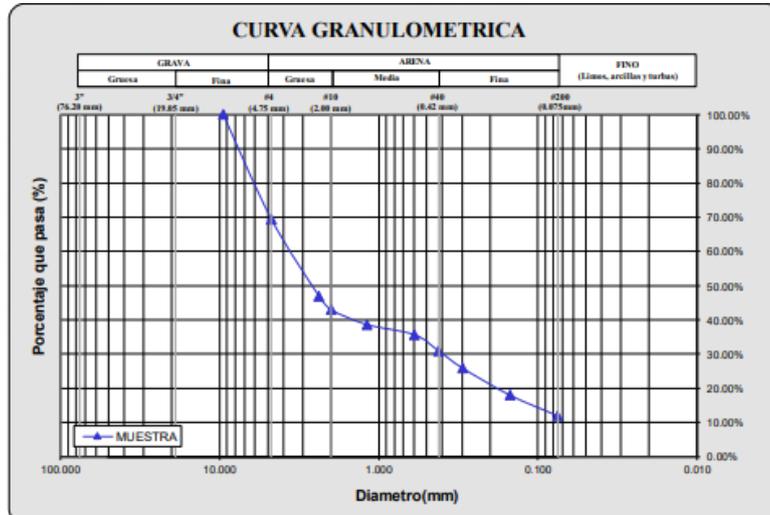
ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	30.84	15.13		
Tara + suelo seco	30.25	14.52		
Agua	0.59	0.61		
Peso de la tara	27.38	11.74		
Peso del suelo seco	2.87	2.78		
% humedad	20.56%	21.94%		
LIMITE PLASTICO	<b>21.25%</b>			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	36.02%
Límite Plástico:	21.25%
Límite de Contracción:	16.82%
Índice de Plasticidad:	14.77%



OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA- DISTRITO DE MOCHE 2021"						
SOLICITA: - RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA.						
UBICACIÓN: DISTRITO DE MOCHE - PROVINCIA GRAN CHIMU - LA LIBERTAD						
FECHA: TRUJILLO, MAYO DEL 2021						
Prof (m) : 0.30 - 1.50						
CANTERA: MATERIAL IN SITU				Sondaje: C-4		
CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA UNIFORME				Muestra: M-1		
<b>PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)</b>						
Peso Original (gr)		200.00			Especificaciones	
Pérd. por lavado(gr)		23.97			Límites	
Peso Tamizado (gr)		176.03			Superior Inferior	
ABERT. MALLA		Peso Retenido		% Ret Acumulado	% Pasa	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
No 4	4.750	61.00	30.50%	30.50%	69.50%	
No 8	2.381	45.00	22.50%	53.00%	47.00%	
No 10	2.000	8.00	4.00%	57.00%	43.00%	
No 16	1.191	8.70	4.35%	61.35%	38.65%	
No 30	0.595	6.00	3.00%	64.35%	35.65%	
No 40	0.420	9.45	4.73%	69.08%	30.93%	
No 50	0.296	10.12	5.06%	74.14%	25.87%	
No 100	0.149	15.76	7.88%	82.02%	17.99%	
No 200	0.075	12.00	6.00%	88.02%	11.99%	
Plato		23.97	11.99%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)
Sumatoria		200.00	100.00%			5.70
<b>OBSERVACIONES:</b>						
T. Maximo Nominal: No 4						
Límites de Consistencia:						
Limite Liquido: 35.78%						
Limite Plastico: 22.86%						
Limite de Contraccion: 18.51%						
Indice de Plasticidad: 12.92%						
<b>Porcentaje en muestra:</b>						
% Grava (3" a #4): 30.50%						
% Arena (#4 a #200): 57.52%						
% Finos (Menor a #200): 11.99%						
<b>Características Granulométricas:</b>						
D60: (mm): 3.75						
D50: (mm): 2.70						
D30: (mm): 0.40						
D10: (mm): 8.48						
Cu: 0.44						
Cc: 0.01						
Clasificación: SUCS: SP-SC						
AASHTO: A-2-6 ( 0 )						



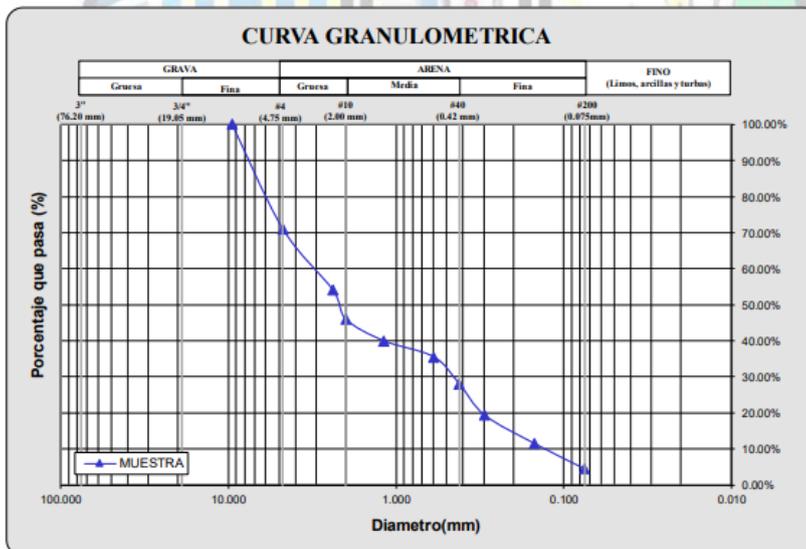
**LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)**

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	74.06	55.12	57.98	71.19
Tara + suelo seco	58.65	46.32	52.29	57.66
Agua	15.41	8.80	5.69	13.53
Peso de la tara	20.20	23.50	36.33	18.60
Peso del suelo seco	38.45	22.82	15.96	39.06
% humedad	40.09%	38.56%	35.65%	34.65%
No. golpes	7	11	26	35
LIMITE LIQUIDO		35.78%		

LIMITE PLASTICO				
ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	28.51	26.32		
Tara + suelo seco	27.02	23.51		
Agua	1.49	2.81		
Peso de la tara	20.20	11.74		
Peso del suelo seco	6.82	11.77		
% humedad	21.85%	23.87%		
LIMITE PLASTICO	22.86%			

RESULTADOS:	
Limite Liquido:	35.78%
Liquido Plastico:	22.86%
Limite de Contraccion:	18.51%
Indice de Plasticidad:	12.92%

OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA- DISTRITO DE MOCHE 2021"						Prof (m) : 0.30 - 1.50	
SOLICITA: - RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA						Sondaje: C-5	
UBICACIÓN: DISTRITO DE MOCHE - PROVINCIA GRAN CHIMU - LA LIBERTAD						Muestra: M-1	
FECHA: TRUJILLO, MAYO DEL 2021							
<b>CANTERA: MATERIAL IN SITU</b>						<b>Sondaje: C-5</b>	
<b>CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME</b>						<b>Muestra: M-1</b>	
<b>PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)</b>							
Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>	
Pérd. por lavado (gr)		8.96		Límites		<b>T. Maximo Nominal:</b> No 4	
Peso Tamizado (gr)		191.04		Superior Inferior		<b>Límites de Consistencia:</b>	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	Limite Liquido: 23.00%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Limite Plastico: 14.00%
2"	50.800						Limite de Contracción: 12.20%
1 1/2"	38.100						Indice de Plasticidad: 9.00%
1"	25.400						<b>Porcentaje en muestra:</b>
3/4"	19.050						% Grava (3" a #4): <b>29.00%</b>
1/2"	12.700						% Arena (#4 a #200): <b>66.52%</b>
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		% Finos (Menor a #200): <b>4.48%</b>
No 4	4.750	58.00	29.00%	29.00%	71.00%		<b>Características Granulométricas:</b>
No 8	2.381	34.00	17.00%	46.00%	54.00%		<b>D<sub>60</sub> (mm):</b> 3.22
No 10	2.000	16.00	8.00%	54.00%	46.00%		<b>D<sub>50</sub> (mm):</b> 2.19
No 16	1.191	12.00	6.00%	60.00%	40.00%		<b>D<sub>30</sub> (mm):</b> 0.47
No 30	0.595	9.00	4.50%	64.50%	35.50%		<b>D<sub>10</sub> (mm):</b> 0.13
No 40	0.420	14.87	7.44%	71.94%	28.07%		<b>Cu:</b> <b>24.77</b>
No 50	0.296	17.43	8.72%	80.65%	19.35%		<b>Cc:</b> <b>0.53</b>
No 100	0.149	15.76	7.88%	88.53%	11.47%		<b>Clasificación:</b>
No 200	0.075	13.96	6.99%	95.52%	4.48%		<b>SUCS:</b> <b>SP</b>
Plato		8.96	4.48%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	<b>AASHTO:</b> <b>A-2-4 ( 0 )</b>
Sumatoria		200.00	100.00%			<b>8.40</b>	



## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	71.00	55.12	57.98	78.38
Tara + suelo seco	68.00	46.32	52.29	63.00
Agua	3.00	8.80	5.69	15.38
Peso de la tara	20.20	23.50	36.33	18.60
Peso del suelo seco	47.80	22.82	15.96	44.40
% humedad	40.09%	38.56%	35.65%	34.65%
No. golpes	7	11	26	35
LIMITE LIQUIDO	<b>23.00%</b>			

### LIMITE PLASTICO

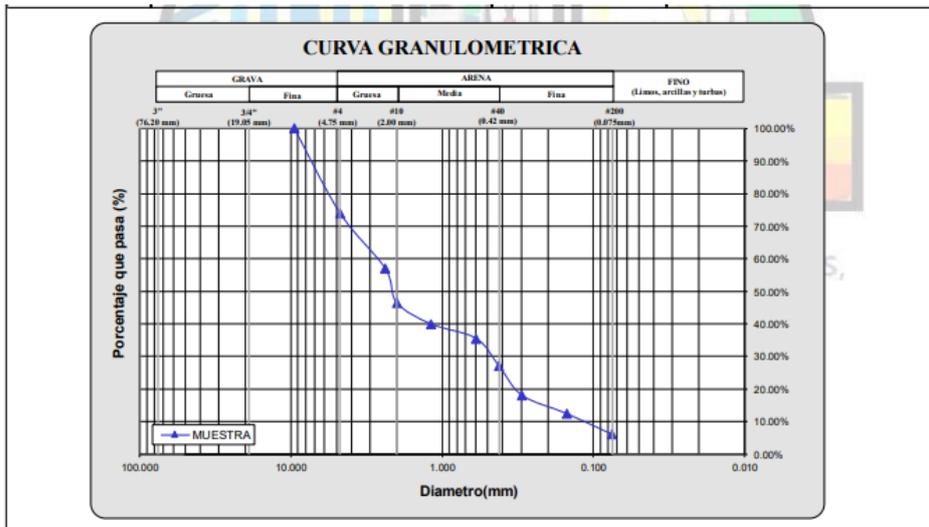
ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	27.23	24.76		
Tara + suelo seco	26.34	21.78		
Agua	0.89	2.98		
Peso de la tara	19.34	12.87		
Peso del suelo seco	7.00	8.91		
% humedad	12.71%	33.45%		
LIMITE PLASTICO	<b>14.00%</b>			



### RESULTADOS:

Límite Líquido:	<b>23.00%</b>
Líquido Plástico:	<b>14.00%</b>
Límite de Contracción:	<b>12.20%</b>
Índice de Plasticidad:	<b>9.00%</b>

OBRA: "MEJORAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LA MARINA-DISTRITO DE MOCHE 2021"							Prof(m) : 0.30 - 1.50		
SOLICITA: - RONCEROS LEON RICARDO STIVEN - VERA RUIZ ANADELA.							Sondaje: C-6		
UBICACIÓN: DISTRITO DE MOCHE - PROVINCIA GRAN CHIMU - LA LIBERTAD							Muestra: M-1		
FECHA: TRUJILLO, MAYO DEL 2021									
CANTERA: MATERIAL IN SITU									
CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA UNIFORME									
<b>PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)</b>									
Peso Original (gr)	200.00					Especificaciones		OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado(gr)	12.16					Límites			
Peso Tamizado (gr)	187.84					Superior Inferior		T. Maximo Nominal: No 4	
ABERT. MALLA	Peso	%	% Ret	%	%	%	Límites de Consistencia:		
Pulg/malla	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Límite Líquido: 18.76%		
2"	50.800						Límite Plástico: 11.57%		
1 1/2"	38.100						Límite de Contracción: 10.41%		
1"	25.400						Índice de Plasticidad: 7.19%		
3/4"	19.050						Porcentaje en muestra:		
1/2"	12.700						% Grava (3" a #4): <b>26.00%</b>		
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		% Arena (#4 a #200): <b>67.92%</b>		
No 4	4.750	52.00	26.00%	26.00%	74.00%		% Finos (Menor a #200): <b>6.08%</b>		
No 8	2.381	34.00	17.00%	43.00%	57.00%		Características Granulométricas:		
No 10	2.000	21.00	10.50%	53.50%	46.50%		D60: (mm): 2.80		
No 16	1.191	13.00	6.50%	60.00%	40.00%		D50: (mm): 2.13		
No 30	0.595	9.00	4.50%	64.50%	35.50%		D30: (mm): 0.48		
No 40	0.420	16.87	8.44%	72.94%	27.07%		D10: (mm): 0.12		
No 50	0.296	17.98	8.99%	81.93%	18.08%		Cu: <b>23.33</b>		
No 100	0.149	11.34	5.67%	87.60%	12.41%		Cc: <b>0.69</b>		
No 200	0.075	12.65	6.33%	93.92%	6.08%		Clasificación:		
Plato	12.16	6.08%	100.00%	0.00%		Contenido de humedad (%)	SUCS: <b>SP-SC</b>		
Sumatoria	200.00	100.00%				7.45	AASHTO: <b>A-2-4 ( 0 )</b>		



### LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

#### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	71.00	55.12	57.98	78.38
Tara + suelo seco	68.00	46.32	52.29	63.00
Agua	3.00	8.80	5.69	15.38
Peso de la tara	20.20	23.50	36.33	18.60
Peso del suelo seco	47.80	22.82	15.96	44.40
% humedad	40.09%	38.56%	35.65%	34.65%
No. golpes	7	11	26	35
LIMITE LIQUIDO	23.00%			

#### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	27.23	24.76		
Tara + suelo seco	26.34	21.78		
Agua	0.89	2.98		
Peso de la tara	19.34	12.87		
Peso del suelo seco	7.00	8.91		
% humedad	12.71%	33.45%		
LIMITE PLASTICO	14.00%			

#### RESULTADOS:

Límite Líquido:	23.00%
Límite Plástico:	14.00%
Límite de Contracción:	12.20%
Índice de Plasticidad:	9.00%

MUESTRA	SUCS	Prof. (m)	Cont. De Humedad (%)	Porcentaje en Muestra de:			Límites de Consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1,M-1	SC	0.30 - 1.50	0.90	36.86%	49.21%	13.93%	36.02%	21.25%	14.77%
C-2,M-1	SP-SC	0.30 - 1.50	0.80	44.65%	43.63%	11.72%	36.02%	21.25%	14.77%
C-3,M-1	GP-GC	0.30 - 1.50	0.70	57.35%	33.45%	9.20%	36.02%	21.25%	14.77%
C-4,M-1	SP-SC	0.30 - 1.50	5.70	30.50%	57.52%	11.99%	35.78%	22.86%	12.92%
C-5,M-1	SP	0.30 - 1.50	8.40	29.00%	66.52%	4.48%	23.00%	14.00%	9.00%
C-6,M-1	SP-SC	0.30 - 1.50	7.45	26.00%	67.92%	6.08%	18.76%	11.57%	7.19%

Figura 34: Resultados de estudios de suelos

## cálculo del paquete estructural

### DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE (AASHTO 93 Y GUIA METODOLOGICA MTC)

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)	519 966
Suelo de la subrasante		CBR =	23.6 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)=	19323.68
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo:	TP3
Número de etapas		Etapas:	1
Nivel de confiabilidad		conf.	80.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		ZR	-0.842
Desviación estandar combinado		So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico		Pi	3.8
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		Pt	2
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		$\Delta$ PSI	1.8

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número estructural requerido   SNR=  2.000

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.125	0.052	0.047

m2	m3
1	1

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

d1	d2	d3
5 cm	15 cm	20 cm
Capa superficial	Base	SubBase

SNR (Requerido)	2.000	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	2.345	SI CUMPLE

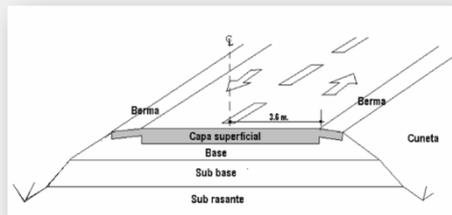


Figura 35: Calculo del paquete estructural

## Levantamiento topográfico (coordenadas)

Tabla 16: Tabla de coordenadas de puntos topográficos

Nº PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9097176.028	719172.865	11.555	VER
2	9097175.592	719171.430	11.525	VER
3	9097175.592	719171.428	11.276	VER
4	9097174.836	719168.942	11.274	BORDE
5	9097172.917	719162.627	11.273	BORDE
6	9097172.160	719160.140	11.525	VER
7	9097171.724	719158.705	11.528	VER
8	9097172.161	719160.141	11.274	VER
9	9097173.876	719165.785	11.340	EJE
10	9097125.864	719179.741	11.265	EJE
11	9097077.851	719193.698	11.190	EJE
12	9097029.838	719207.655	11.115	EJE
13	9096981.826	719221.611	11.040	EJE
14	9096933.787	719235.477	10.965	EJE
15	9096884.758	719245.088	10.890	EJE
16	9096834.884	719248.076	10.815	EJE
17	9096785.058	719244.387	10.740	EJE
18	9096736.115	719234.296	10.665	EJE
19	9096687.556	719222.379	10.590	EJE
20	9096638.996	719210.463	10.515	EJE
21	9096590.437	719198.547	10.440	EJE
22	9096541.878	719186.630	10.365	EJE
23	9096493.319	719174.714	10.290	EJE
24	9096444.759	719162.797	10.215	EJE
25	9096396.200	719150.881	10.140	EJE
26	9096347.641	719138.964	10.065	EJE
27	9096299.082	719127.048	9.990	EJE
28	9096250.523	719115.131	9.915	EJE
29	9096201.963	719103.215	9.840	EJE
30	9096153.404	719091.298	9.765	EJE
31	9096104.845	719079.382	9.690	EJE
32	9096056.286	719067.466	9.615	EJE
33	9096007.726	719055.549	9.540	EJE
34	9095959.167	719043.633	9.465	EJE
35	9095910.608	719031.716	9.390	EJE
36	9095862.049	719019.800	9.315	EJE
37	9095813.490	719007.883	9.240	EJE
38	9095764.930	718995.967	9.165	EJE
39	9095716.371	718984.050	9.090	EJE
40	9095667.812	718972.134	9.015	EJE

41	9095619.253	718960.217	8.940	EJE
42	9095570.693	718948.301	8.865	EJE
43	9095522.134	718936.385	8.790	EJE
44	9095473.444	718925.044	8.715	EJE
45	9095423.930	718918.267	8.640	EJE
46	9095373.974	718916.870	8.565	EJE
47	9095324.159	718920.872	8.490	EJE
48	9095275.066	718930.224	8.415	EJE
49	9095227.269	718944.818	8.340	EJE
50	9095181.165	718964.136	8.265	EJE
51	9095135.466	718984.424	8.190	EJE
52	9095089.766	719004.711	8.115	EJE
53	9095044.067	719024.999	8.040	EJE
54	9094998.368	719045.287	7.965	EJE
55	9094952.669	719065.574	7.890	EJE
56	9094906.970	719085.862	7.815	EJE
57	9094861.271	719106.150	7.740	EJE
58	9094815.572	719126.437	7.665	EJE
59	9094769.872	719146.725	7.590	EJE
60	9094767.000	719148.000	7.540	EJE
61	9097126.787	719182.910	11.199	BORDE
62	9097124.940	719176.573	11.198	BORDE
63	9097124.213	719174.077	11.198	VER
64	9097127.515	719185.406	11.197	VER
65	9097127.934	719186.846	11.510	VER
66	9097127.515	719185.407	11.449	VER
67	9097124.212	719174.075	11.449	VER
68	9097123.793	719172.637	11.510	VER
69	9097078.774	719196.866	11.120	BORDE
70	9097076.928	719190.530	11.119	BORDE
71	9097079.502	719199.362	11.118	VER
72	9097076.200	719188.034	11.125	VER
73	9097075.780	719186.594	11.460	VER
74	9097079.922	719200.802	11.470	VER
75	9097079.502	719199.365	11.440	VER
76	9097076.199	719188.028	11.440	VER
77	9097030.762	719210.823	11.052	BORDE
78	9097028.915	719204.487	11.053	BORDE
79	9097031.489	719213.319	11.299	VER
80	9097028.187	719201.990	11.299	VER
81	9097027.768	719200.550	11.551	VER
82	9097031.909	719214.759	11.552	VER
83	9097031.489	719213.322	11.549	VER
84	9097028.187	719201.985	11.548	VER
85	9096982.749	719224.780	10.976	BORDE

86	9096980.902	719218.443	10.977	BORDE
87	9096983.477	719227.276	10.978	VER
88	9096980.175	719215.947	10.976	VER
89	9096979.755	719214.507	11.227	VER
90	9096983.896	719228.716	11.227	VER
91	9096983.476	719227.278	11.224	VER
92	9096980.174	719215.944	11.224	VER
93	9096934.711	719238.645	10.890	BORDE
94	9096932.864	719232.309	10.891	BORDE
95	9096932.136	719229.813	10.889	VER
96	9096935.438	719241.141	10.891	VER
97	9096935.858	719242.582	11.151	VER
98	9096931.717	719228.373	11.152	VER
99	9096932.136	719229.811	11.149	VER
100	9096935.439	719241.143	11.149	VER
101	9096686.769	719225.596	10.525	BORDE
102	9096688.342	719219.186	10.526	BORDE
103	9096686.149	719228.121	10.526	VER
104	9096688.962	719216.661	10.527	VER
105	9096689.319	719215.204	10.776	VER
106	9096685.792	719229.578	10.776	VER
107	9096686.149	719228.122	10.774	VER
108	9096688.962	719216.660	10.774	VER
109	9096735.328	719237.501	10.591	BORDE
110	9096736.901	719231.091	10.561	BORDE
111	9096734.709	719240.026	10.599	VER
112	9096737.521	719228.566	10.598	VER
113	9096737.878	719227.109	10.851	VER
114	9096734.351	719241.483	10.851	VER
115	9096734.708	719240.027	10.849	VER
116	9096737.521	719228.563	10.849	VER
117	9096834.866	719251.375	10.749	BORDE
118	9096834.903	719244.776	10.753	BORDE
119	9096834.852	719253.975	10.751	VER
120	9096834.917	719242.176	10.750	VER
121	9096834.925	719240.676	11.020	VER
122	9096834.843	719255.475	11.024	VER
123	9096834.851	719253.977	10.999	VER
124	9096834.917	719242.173	10.998	VER
125	9096885.152	719248.364	10.825	BORDE
126	9096884.363	719241.811	10.826	BORDE
127	9096884.053	719239.230	10.828	VER
128	9096885.463	719250.945	10.831	VER
129	9096885.642	719252.435	11.077	VER
130	9096883.873	719237.741	11.078	VER

131	9096884.052	719239.229	11.074	VER
132	9096885.463	719250.946	11.072	VER
133	9096784.596	719247.655	10.681	BORDE
134	9096785.520	719241.120	10.681	BORDE
135	9096784.232	719250.229	10.676	VER
136	9096785.884	719238.545	10.678	VER
137	9096786.094	719237.060	10.917	VER
138	9096784.022	719251.714	10.921	VER
139	9096784.232	719250.232	10.924	VER
140	9096785.884	719238.541	10.924	VER
141	9095472.809	718928.283	8.651	BORDE
142	9095474.079	718921.806	8.651	BORDE
143	9095472.308	718930.834	8.652	VER
144	9095474.580	718919.255	8.653	VER
145	9095474.868	718917.783	8.899	VER
146	9095472.019	718932.306	8.902	VER
147	9095472.307	718930.838	8.899	VER
148	9095474.581	718919.249	8.897	VER
149	9095521.348	718939.589	8.726	BORDE
150	9095522.921	718933.180	8.718	BORDE
151	9095520.728	718942.115	8.724	VER
152	9095523.540	718930.655	8.704	VER
153	9095523.898	718929.198	8.986	VER
154	9095520.371	718943.571	8.991	VER
155	9095520.727	718942.117	8.974	VER
156	9095523.541	718930.649	8.974	VER
157	9095569.907	718951.506	8.756	BORDE
158	9095571.480	718945.096	8.824	BORDE
159	9095572.100	718942.571	8.799	VER
160	9095569.287	718954.031	8.784	VER
161	9095568.930	718955.488	9.068	VER
162	9095572.457	718941.114	9.074	VER
163	9095572.100	718942.567	9.049	VER
164	9095569.286	718954.034	9.000	VER
165	9095618.466	718963.422	8.874	BORDE
166	9095620.039	718957.013	8.941	BORDE
167	9095620.659	718954.488	8.948	VER
168	9095617.847	718965.947	8.897	VER
169	9095617.489	718967.404	9.154	VER
170	9095621.016	718953.031	9.167	VER
171	9095620.659	718954.487	9.124	VER
172	9095617.846	718965.948	9.125	VER
173	9095667.025	718975.339	8.981	BORDE
174	9095668.598	718968.929	8.994	BORDE
175	9095666.406	718977.864	8.978	VER

176	9095669.218	718966.404	8.976	VER
177	9095669.576	718964.947	9.201	VER
178	9095666.048	718979.321	9.213	VER
179	9095666.405	718977.865	9.198	VER
180	9095669.218	718966.404	9.199	VER
181	9095715.585	718987.255	9.015	BORDE
182	9095717.158	718980.845	9.022	BORDE
183	9095717.777	718978.320	9.021	VER
184	9095714.965	718989.780	9.015	VER
185	9095714.607	718991.237	9.294	VER
186	9095718.135	718976.864	9.295	VER
187	9095717.777	718978.320	9.273	VER
188	9095714.964	718989.781	9.271	VER
189	9096638.210	719213.668	10.453	BORDE
190	9096639.783	719207.258	10.467	BORDE
191	9096640.402	719204.733	10.427	VER
192	9096637.590	719216.193	10.438	VER
193	9096640.760	719203.276	10.714	VER
194	9096637.233	719217.650	10.712	VER
195	9096640.403	719204.728	10.699	VER
196	9096637.590	719216.195	10.698	VER
197	9096589.651	719201.751	10.368	BORDE
198	9096591.224	719195.342	10.371	BORDE
199	9096589.031	719204.277	10.371	VER
200	9096591.843	719192.691	10.750	VER
201	9096592.201	719191.360	10.657	VER
202	9096588.673	719205.733	10.648	VER
203	9096589.025	719204.294	10.624	VER
204	9096591.874	719192.685	10.625	VER
205	9096541.091	719189.835	10.314	BORDE
206	9096542.664	719183.425	10.308	BORDE
207	9096543.284	719180.900	10.305	VER
208	9096540.472	719192.360	10.284	VER
209	9096540.114	719193.817	10.740	VER
210	9096543.642	719179.443	10.720	VER
211	9096543.285	719180.897	10.549	VER
212	9096540.471	719192.363	10.560	VER
213	9096492.532	719177.919	10.271	BORDE
214	9096494.105	719171.509	10.259	BORDE
215	9096494.725	719168.984	10.274	VER
216	9096491.913	719180.444	10.268	VER
217	9096495.082	719167.527	10.518	VER
218	9096491.555	719181.900	10.518	VER
219	9096491.911	719180.450	10.474	VER
220	9096494.725	719168.980	10.475	VER

221	9095764.144	718999.172	9.124	BORDE
222	9095765.717	718992.762	9.118	BORDE
223	9095766.336	718990.237	9.098	VER
224	9095763.524	719001.697	9.089	VER
225	9095766.694	718988.780	9.384	VER
226	9095763.167	719003.154	9.385	VER
227	9095763.524	719001.697	9.349	VER
228	9095766.337	718990.236	9.348	VER
229	9095812.703	719011.088	9.194	BORDE
230	9095814.276	719004.678	9.186	BORDE
231	9095814.896	719002.153	9.178	VER
232	9095812.083	719013.613	9.164	VER
233	9095811.726	719015.070	9.458	VER
234	9095815.253	719000.697	9.457	VER
235	9095812.083	719013.614	9.424	VER
236	9095814.896	719002.153	9.424	VER
237	9095861.262	719023.005	9.274	BORDE
238	9095862.835	719016.595	9.275	BORDE
239	9095863.455	719014.070	9.249	VER
240	9095860.643	719025.530	9.250	VER
241	9095860.285	719026.987	9.524	VER
242	9095863.812	719012.613	9.523	VER
243	9095860.642	719025.532	9.499	VER
244	9095863.455	719014.069	9.495	VER
245	9095909.821	719034.921	9.323	BORDE
246	9095911.394	719028.511	9.314	BORDE
247	9095912.014	719025.986	9.324	VER
248	9095909.202	719037.446	9.308	VER
249	9095912.372	719024.529	9.601	VER
250	9095908.844	719038.903	9.602	VER
251	9095909.202	719037.447	9.575	VER
252	9095912.014	719025.986	9.572	VER
253	9095958.381	719046.838	9.405	BORDE
254	9095959.954	719040.428	9.408	BORDE
255	9095960.573	719037.903	9.386	VER
256	9095957.761	719049.363	9.387	VER
257	9095957.404	719050.819	9.684	VER
258	9095960.931	719036.446	9.658	VER
259	9095960.573	719037.902	9.650	VER
260	9095957.761	719049.363	9.652	VER
261	9096006.940	719058.754	9.474	BORDE
262	9096008.513	719052.344	9.573	BORDE
263	9096006.320	719061.279	9.461	VER
264	9096009.133	719049.819	9.462	VER
265	9096009.490	719048.362	9.710	VER

266	9096005.963	719062.736	9.760	VER
267	9096009.133	719049.817	9.724	VER
268	9096006.320	719061.280	9.724	VER
269	9096055.499	719070.670	9.551	BORDE
270	9096057.072	719064.261	9.552	BORDE
271	9096054.880	719073.196	9.548	VER
272	9096057.692	719061.736	9.548	VER
273	9096058.049	719060.279	9.801	VER
274	9096054.522	719074.652	9.815	VER
275	9096054.879	719073.198	9.798	VER
276	9096057.692	719061.735	9.799	VER
277	9096104.058	719082.587	9.642	BORDE
278	9096105.631	719076.177	9.614	BORDE
279	9096106.251	719073.652	9.605	VER
280	9096103.439	719085.112	9.640	VER
281	9096106.609	719072.195	9.894	VER
282	9096103.081	719086.569	9.914	VER
283	9096103.439	719085.112	9.874	VER
284	9096106.251	719073.652	9.874	VER
285	9096152.618	719094.503	9.699	BORDE
286	9096154.191	719088.094	9.701	BORDE
287	9096154.810	719085.569	9.701	VER
288	9096151.998	719097.028	9.705	VER
289	9096151.640	719098.485	9.840	VER
290	9096155.168	719084.112	9.837	VER
291	9096154.811	719085.564	9.950	VER
292	9096151.998	719097.030	9.501	VER
293	9096201.177	719106.420	9.774	VER
294	9096202.750	719100.010	9.784	BORDE
295	9096200.557	719108.945	9.768	VER
296	9096203.369	719097.485	9.784	VER
297	9096203.727	719096.028	10.054	VER
298	9096200.200	719110.402	10.064	VER
299	9096200.557	719108.946	10.024	VER
300	9096203.370	719097.484	10.024	VER
301	9096249.736	719118.336	9.834	BORDE
302	9096251.309	719111.926	9.894	BORDE
303	9096249.116	719120.861	9.832	VER
304	9096251.929	719109.401	9.831	VER
305	9096248.759	719122.318	10.145	VER
306	9096252.286	719107.945	10.152	VER
307	9096249.116	719120.863	10.099	VER
308	9096251.929	719109.401	10.098	VER
309	9096298.295	719130.253	9.921	BORDE
310	9096299.868	719123.843	9.918	BORDE

311	9096300.488	719121.318	9.910	VER
312	9096297.676	719132.778	9.911	VER
313	9096297.318	719134.235	10.196	VER
314	9096300.845	719119.861	10.198	VER
315	9096300.488	719121.318	10.174	VER
316	9096297.676	719132.778	10.175	VER
317	9096443.973	719166.002	10.147	BORDE
318	9096445.546	719159.592	10.174	BORDE
319	9096446.166	719157.067	10.154	VER
320	9096443.353	719168.527	10.154	VER
321	9096442.996	719169.984	10.431	VER
322	9096446.523	719155.610	10.432	VER
323	9096443.353	719168.530	10.405	VER
324	9096446.166	719157.066	10.408	VER
325	9096395.414	719154.086	10.078	BORDE
326	9096396.987	719147.676	10.084	BORDE
327	9096397.606	719145.151	10.062	VER
328	9096394.794	719156.611	10.068	VER
329	9096397.964	719143.694	10.361	VER
330	9096394.437	719158.068	10.365	VER
331	9096394.794	719156.611	10.325	VER
332	9096397.606	719145.150	10.325	VER
333	9096346.855	719142.169	9.954	BORDE
334	9096348.427	719135.759	9.840	BORDE
335	9096349.047	719133.234	9.992	VER
336	9096346.235	719144.694	9.989	VER
337	9096345.877	719146.151	10.274	VER
338	9096349.405	719131.778	10.281	VER
339	9096349.047	719133.234	10.249	VER
340	9096346.235	719144.695	10.251	VER
341	9095423.649	718921.555	8.578	BORDE
342	9095424.211	718914.979	8.581	BORDE
343	9095424.432	718912.388	8.574	VER
344	9095423.428	718924.145	8.568	VER
345	9095424.560	718910.893	8.867	VER
346	9095423.300	718925.640	8.590	VER
347	9095423.430	718924.156	8.824	VER
348	9095424.433	718912.384	8.825	VER
349	9095374.026	718920.170	8.499	BORDE
350	9095373.921	718913.571	8.499	BORDE
351	9095373.880	718910.971	8.524	VER
352	9095374.067	718922.770	8.514	VER
353	9095374.091	718924.269	8.784	VER
354	9095373.856	718909.471	8.768	VER
355	9095373.880	718910.968	8.749	VER

356	9095374.067	718922.770	8.749	VER
357	9095324.591	718924.143	8.435	BORDE
358	9095323.726	718917.600	8.429	BORDE
359	9095323.385	718915.023	8.423	VER
360	9095324.932	718926.721	8.472	VER
361	9095323.188	718913.535	8.697	VER
362	9095325.129	718928.208	8.692	VER
363	9095324.932	718926.726	8.674	VER
364	9095323.384	718915.013	8.675	VER
365	9095275.989	718933.392	8.349	BORDE
366	9095274.142	718927.056	8.352	BORDE
367	9095273.415	718924.560	8.348	VER
368	9095276.717	718935.888	8.349	VER
369	9095277.136	718937.328	8.624	VER
370	9095272.995	718923.120	8.634	VER
371	9095273.415	718924.559	8.595	VER
372	9095276.717	718935.889	8.604	VER
373	9095228.192	718947.986	8.274	BORDE
374	9095226.345	718941.650	8.274	BORDE
375	9095225.618	718939.154	8.287	VER
376	9095228.919	718950.482	8.269	VER
377	9095225.198	718937.714	8.568	VER
378	9095229.339	718951.923	8.589	VER
379	9095228.920	718950.484	8.524	VER
380	9095225.618	718939.154	8.526	VER
381	9094768.339	719151.016	7.479	BORDE
382	9094765.661	719144.984	7.475	BORDE
383	9094764.606	719142.608	7.475	VER
384	9094769.394	719153.393	7.486	VER
385	9094770.003	719154.764	7.768	VER
386	9094763.997	719141.237	7.764	VER
387	9094764.606	719142.607	7.724	VER
388	9094769.394	719153.393	7.725	VER
389	9094771.211	719149.741	7.520	BORDE
390	9094768.533	719143.709	7.548	BORDE
391	9094772.266	719152.117	7.536	VER
392	9094767.478	719141.332	7.524	VER
393	9094766.870	719139.961	7.798	VER
394	9094772.875	719153.488	7.789	VER
395	9094772.270	719152.127	7.774	VER
396	9094767.478	719141.332	7.774	VER
397	9094816.911	719129.453	7.593	BORDE
398	9094814.233	719123.421	7.598	BORDE
399	9094813.178	719121.045	7.589	VER
400	9094817.966	719131.830	7.598	VER

401	9094818.574	719133.201	7.851	VER
402	9094812.569	719119.674	7.856	VER
403	9094813.177	719121.044	7.849	VER
404	9094817.966	719131.830	7.851	VER
405	9094862.610	719109.166	7.685	BORDE
406	9094859.932	719103.133	7.692	BORDE
407	9094858.877	719100.757	7.675	VER
408	9094863.665	719111.542	7.679	VER
409	9094864.273	719112.913	7.972	VER
410	9094858.268	719099.386	7.976	VER
411	9094863.665	719111.543	7.924	VER
412	9094858.877	719100.757	7.934	VER
413	9094908.309	719088.878	7.749	BORDE
414	9094905.631	719082.846	7.560	BORDE
415	9094904.576	719080.469	7.490	VER
416	9094909.364	719091.254	7.510	VER
417	9094909.972	719092.625	7.824	VER
418	9094903.967	719079.098	7.826	VER
419	9094904.571	719080.457	7.999	VER
420	9094909.364	719091.256	7.801	VER
421	9094954.008	719068.590	7.836	BORDE
422	9094951.330	719062.558	7.831	BORDE
423	9094950.275	719060.182	7.828	VER
424	9094955.063	719070.967	7.826	VER
425	9094949.666	719058.811	8.115	VER
426	9094955.672	719072.338	8.108	VER
427	9094955.063	719070.969	8.075	VER
428	9094950.275	719060.180	8.076	VER
429	9094999.707	719048.303	7.898	BORDE
430	9094997.029	719042.271	7.893	BORDE
431	9094995.974	719039.894	7.892	VER
432	9095000.762	719050.679	7.913	VER
433	9095001.371	719052.050	8.186	VER
434	9094995.366	719038.523	8.183	VER
435	9094995.973	719039.890	8.149	VER
436	9095000.762	719050.679	8.146	VER
437	9095182.504	718967.152	8.201	BORDE
438	9095179.826	718961.120	8.186	BORDE
439	9095178.771	718958.744	8.206	VER
440	9095183.559	718969.529	8.211	VER
441	9095184.167	718970.900	8.492	VER
442	9095178.162	718957.373	8.479	VER
443	9095178.770	718958.742	8.449	VER
444	9095183.559	718969.529	8.449	VER
445	9095091.105	719007.728	8.046	BORDE

446	9095088.427	719001.695	8.063	BORDE
447	9095087.372	718999.319	8.049	VER
448	9095092.160	719010.104	8.052	VER
449	9095092.769	719011.475	8.302	VER
450	9095086.764	718997.948	8.341	VER
451	9095087.372	718999.318	8.298	VER
452	9095092.161	719010.104	8.301	VER
453	9095045.406	719028.015	7.957	VER
454	9095042.728	719021.983	7.974	VER
455	9095041.673	719019.607	7.974	VER
456	9095046.461	719030.392	7.924	VER
457	9095047.070	719031.763	8.268	VER
458	9095041.065	719018.236	8.271	VER
459	9095041.673	719019.606	8.224	VER
460	9095046.461	719030.392	8.224	VER
461	9095136.805	718987.440	8.124	BORDE
462	9095134.127	718981.408	8.134	BORDE
463	9095133.072	718979.031	8.153	VER
464	9095137.860	718989.816	8.152	VER
465	9095138.468	718991.187	8.413	VER
466	9095132.463	718977.660	8.412	VER
467	9095137.860	718989.817	8.374	VER
468	9095133.071	718979.029	8.372	VER

## Plano topográfico

Se adjunta en carpeta

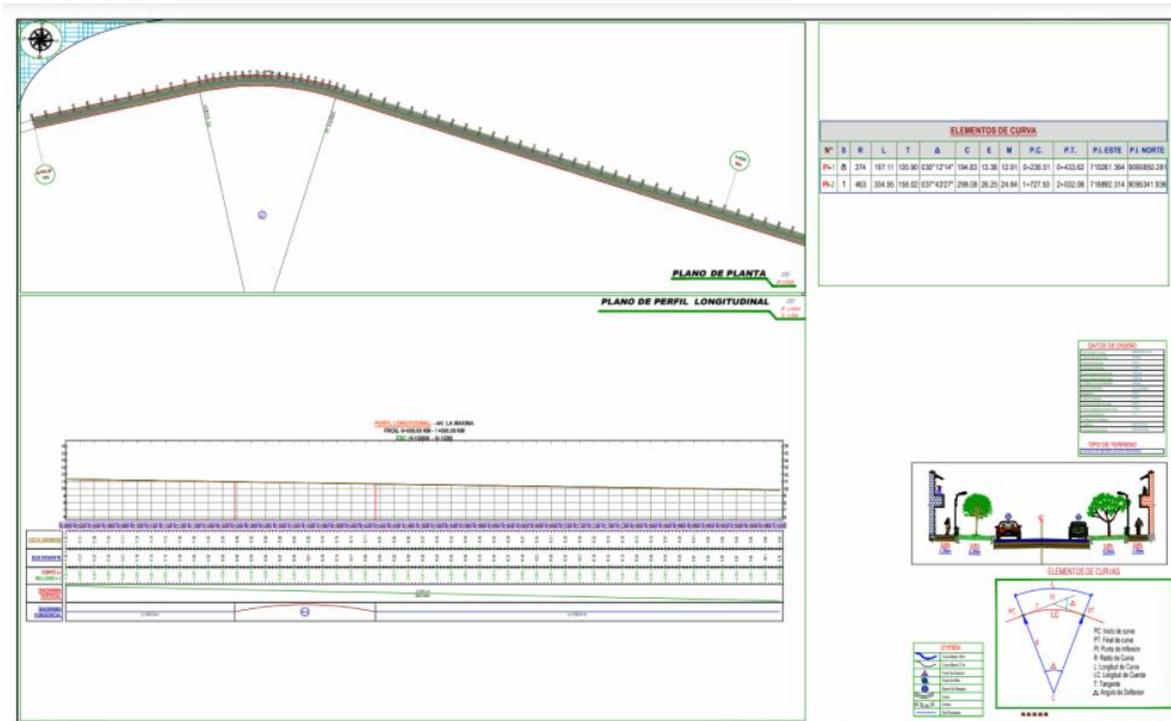


Figura 36: Plano topográfico de la Avenida La Marina – Distrito de Moche

## Porcentaje de similitud



Figura 37: Porcentaje de similitud - TURNITIN