



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular
tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura.
2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Ortiz Sota, Melissa Katterine (ORCID: 0000-0002-9504-3390)

Timaná García, Kebin Gabriel (ORCID: 0000-0002-9066-1667)

ASESOR:

Ing, Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (ORCID: 0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA - PERÚ

2021

Dedicatoria.

A dios por darnos un día más de vida y permitirnos a ver llegado hasta este momento tan importante en mi formación profesional.

A nuestras madres por ser el pilar más importante y demostrarnos siempre su cariño y apoyo Incondicional en el proceso de la tesis.

Agradecimiento.

A los docentes de la universidad cesar vallejo filial Piura quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos nos hicieron crecer cada día como profesionales, gracias a cada una de las personas que siempre confiaron en Nosotros y por apoyarnos en todo momento.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	1
Agradecimiento.....	2
Índice de contenido	4
Indice de tablas	5
Resumen.....	10
Abstract	Error! Bookmark not defined.
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO.....	19
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1.- Tipo y Diseño de Investigación	28
3.2.- Variables y Operacionalizacion.	28
3.3 .- Población, Muestra, Muestreo, unidad de análisis.	28
3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	29
3.5.- Procedimiento.	31
3.6.- Método de análisis de datos.	32
3.7.- Aspectos éticos.	32
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
Referencias	52

Índice de Cuadros

Cuadro 1.- Estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura..Tráfico vehicular promedio diario semanal (IMDs). 2021	35
Cuadro 2 .- Estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. índice medio diario anual (IMDA). 2021	35
Cuadro 3,. Estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura.índice medio diario anual proyectado (IMDp)-2021	36
Cuadro 4.- Resumen del levantamiento topográfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.	37
Cuadro 5.- Cuadro de BMs del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.	37
Cuadro 6.- Resumen de resultados de mecánica de suelos del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021	42
Cuadro 7.- Resumen del paquete estructural del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.....	44

Índice de Tablas.

Tabla 1.- Técnicas, Instrumentos y Fuentes de recolección de datos.	29
Tabla 2.- Inventario vial del diagnóstico de la situación actual del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021	33
Tabla 1.- Ubicación del proyecto	58
Tabla 2 tiempos estimados para llegar hacia el proyecto	60
Tabla 3 Numeración de BM'S	61
Tabla 4 Conteo Vehicular IMDs del tramo del pueblo san Luis – puente Tulman km.00+000 -3 + 300. 2021	84
Tabla 5 Conteo Vehicular IMDs del tramo del pueblo san Luis – puente Tulman km.00+000 -3 + 300. 2021	86
Tabla 6 ubicación del proyecto	120
Tabla 7 Características de la vía	123
Tabla 8 Accesibilidad	124
Tabla 9 Puntos de BM'S	128
Tabla 10 Personal de trabajo de campo	131
Tabla 11 Equipos y materiales de campo	132
Tabla 12 Data topográfica	133
Tabla 13 Ubicación Del Proyecto	142
Tabla 14 Accesibilidad	144
Tabla 15 Sismos Históricos (MR > 7.2) DE LA REGION	149
Tabla 16 Probalidad de ocurrencia y periodo medio de retorno de sismos de la región	152

Tabla 17 parámetros de la zona	154
Tabla 18 Relación Detallada De Calicatas Ejecutadas Y Muestras Extraídas	156
Tabla 19 Relación de ensayos de mecánica de suelos	157
Tabla 20 Resumen de resultados estándar en labora tío	160
Tabla 21 Resultados de ensayos de compactación	162
Tabla 22 Límites permisibles	163
Tabla 23 Resultados de ensayos químicos	164
Tabla 24 Clase de suelo del perfil estratigráfico	168
Tabla 25 Clasificación de la capacidad de soporte relativa a nivel subrasante	170
Tabla 26 Identificación de suelos existentes con presencia de MO	172
Tabla 27 Tabla de clasificación de suelos expansivos	173
Tabla 28 Resultados del análisis cualitativo del EP.....	174
Tabla 29 Identificación de sectores que requieren mejoramiento.....	176
Tabla 30 Niveles de confiabilidad sugeridas para diferentes carreteras.....	184
Tabla 31 Niveles de serviciabilidad final.....	185

Índice de figuras.

Figura 1 .- Plano topográfico	38
Figura 2 Mapa político del Perú	59
Figura 3.- mapa del departamento de Piura	59
Figura 4.- Mapa provincial de Ayabaca	60
Figura 5.- Ubicación de estaciones de control vehicular tramo distrito San Luis al puente Tulmán.....	69
Figura 6.- Cargas por ejes para ejes equivalentes, pavimentos flexibles	76
Figura 7.- Configuración de ejes.....	77
Figura 8.- Factor camión para vehículos permitidos por el MTC	79
Figura 9.- Tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados	87
Figura 10.- Factor de crecimiento poblacional, del tramo del pueblo san Luis – puente Tulman km.00+000 -3 + 300. 2021.....	88
Figura 11.- Características de la vía.....	123
Figura 12.- ubicación geológica del trazo vial.....	147
Figura 13.-Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú....	151
Figura 14.- mapa de zonificación sísmica	153
Figura 15.- Configuración vehicular	191
Figura 16.- Diseño de pavimento flexible – método Aashto 93.....	193
Figura 17.- variables de diseño del pavimento	193
Figura 18.- Transito	194
Figura 19.- Subrasante	194
Figura 20.- Confiabilidad.....	195

Figura 21.- Factor de confiabilidad	195
Figura 22.- Criterios de comportamiento	196
Figura 23.- Índice de serviciabilidad final.....	196
Figura 24.- Propiedades de los materiales	197
Figura 25.- Coeficientes estructurales de la capa a1	197
Figura 26.- Coeficientes estructural de la base	198
Figura 27.- Coeficiente de drenaje de la capa.....	198
Figura 28.- Calculo de los espesores de la capa.....	199

Resumen.

La presente tesis titulada “Diseño estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. 2021. ”, se desarrolló en el pueblo San Luis al puente Tulmán Piura, Provincia de Ayabaca, Distrito Pacaipampa Departamento de Piura en el año 2021. El tiempo de investigación fue de 16 semanas. La investigación se justifica en el desarrollo del diseño estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular existente, el cual no reúne las condiciones de diseños adecuados, tales como anchos de calzada, pendientes longitudinales y transversales, obras de drenaje, señalizaciones, seguridad vial, etc.

Con la finalidad de satisfacer las necesidades actuales de los sectores e caseríos inmersas en el ámbito de influencia del proyecto, se propone el Diseño estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular, el cual consiste en el diseño del paquete estructural de rodadura a nivel de pavimento flexible en caliente. De acuerdo a la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018), el proyecto estuvo enmarcado en el tipo de investigación de carácter descriptivo. Los datos obtenidos del área de influencia del proyecto serán procesados mediante programas especializados como el Excel, Asstho 93 entre otros, así mismo se contará con la orientación de un asesor especializado en la línea de investigación para el análisis de los datos obtenidos.

La investigación consta de 8 capítulos, donde tenemos; **capítulo I: Introducción**, conformado por la realidad problemática, trabajos previos, teoría relacionada al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos, **capítulo II: Marco Teórico**, conformado por diseño de investigación, variable y Operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad, métodos de análisis de datos, aspectos éticos, **capítulo III; Metodología**, **capítulo IV: Resultados**, **capítulo V: Discusiones**, **capítulo VI: Conclusiones** , **capítulo VII: Recomendaciones**, **VIII:Referencias**, conformado por permisos, memorias de cálculos, informes entre otros.

Palabras clave: Diseño, estructura, Investigación, Pavimento.

Abstract

The present thesis entitled “Road structural design to improve vehicular traffic of the Km0 + 000 - 3 + 300 section from the town of San Luis to the Tulmán Piura bridge. 2021.” Was developed in the town of San Luis to the Tulmán Piura bridge, Province of Ayabaca, District Pacaipampa Department of Piura in 2021. The investigation time was 16 weeks. The research is justified in the development of the road structural design to improve the existing vehicular trafficability, which does not meet the conditions of adequate designs, such as road widths, longitudinal and transverse slopes, drainage works, signs, road safety, etc.

In order to meet the current needs of the sectors and villages immersed in the scope of influence of the project, the road structural design is proposed to improve vehicular traffic, which consists of the design of the rolling structural package at the flexible pavement level hot. According to the Geometric Design of Roads Standard (DG-2018), the project was framed in the type of descriptive research. The data obtained from the área of influence of the project will be processed through specialized programs such as Excel, Asstho 93 among others, likewise, there will be the guidance of a specialized advisor in the line of research for the analysis of the data obtained.

The investigation consists of 8 chapters, where we have; Chapter I: Introduction, made up of the problematic reality, previous works, theory related to the topic, formulation of the problem, justification of the study, hypotheses and objectives, Chapter II: Theoretical Framework, made up of research design, variable and Operationalization, population and sample , techniques and instruments for data collection, validity and reliability, data analysis methods, ethical aspects, chapter III; Methodology, Chapter IV: Results, Chapter V: Discussions, Chapter VI: Conclusions, Chapter VII: Recommendations, VIII: References, consisting of permits, calculations memories, reports among others.

Keywords: Design, structure, Research, Pavement.

I. INTRODUCCIÓN

Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles. Existen diversos tipos de carreteras, aunque coloquialmente se usa el término carretera para definir a la carretera convencional que puede estar conectada, a través de accesos, a las propiedades colindantes, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte. Con la finalidad de obtener un conocimiento en cuanto al diseño geométrico acorde a la dinámica de crecimiento de las localidades de cualquier país o estado a nivel mundial (Santoni, 2017. Pág. 1)

En el mundo la población en zonas urbanas se incrementa considerablemente, y con ella la necesidad de crecer económicamente, es por ello que según (Gakenheimer, 2017) menciona que, en la mayoría de las ciudades del mundo, los períodos que emplean para trasladarse las personas de un lugar otro es muy largo y va en aumento, esto sucede puesto que el número de vehículos suscritos crece apresuradamente a raíz del incremento de la población. Por consiguiente, en gran parte de esos lugares el número de vehículos motorizados aumenta en más de 10% al año, en tanto que el número de vehículos se duplica en 7 años, entre los países que forman parte de esta realidad se encuentran China (15 por ciento), Chile (13 por ciento), México (10 por ciento).

Las grandes ciudades del mundo están progresando rápidamente y se sabe que desde 1950, menos de cuarenta por ciento de la población eran habitantes urbanos, pero a partir de esos años el número de habitantes se ha duplicado, producto del mayor tráfico y mayor congestionamiento al momento de trasladarse de un lugar a otro, este incremento de vehículos trae consigo que también se aumente el caos entre vehículos y peatones y para ambos sea de mucha incomodidad trasladarse de un lugar a otro de manera fluida, lo que genera pérdidas de tiempo, de dinero, retraso de los procesos

productivos, porque las personas no llegan a tiempo a su trabajo y por tanto no cumplen con sus funciones y objetivos del día.

A nivel internacional, se conoce que países como Argentina realiza evaluaciones periódicas del estado en que se encuentran sus vías, y en la actualidad se observó según lo manifiesta el periódico (LOGISTICA, 2019), que este país presenta problemas primordiales como son la escasa existencia de una red vial, falta de señalización y falta de mantenimiento de los caminos. El punto clave a considerar es el problema que tienen con respecto a su estructura, es decir, construcción de las rutas y el estado en el que se encuentra.

En el caso del Perú, respecto al sistema vial, se conoce que éste también presenta ciertas anomalías como la desactualización en la señalización vertical, la falta de redes de carreteras, el poco mantenimiento de los caminos, falta de vías más seguras y la falta de demarcación horizontal. Al examinar de manera general el mapa de carreteras en el Perú se puede observar que el 60 % de las vías se encuentran en mal estado, con vías que no cuentan con ningún tipo de mantenimiento.

A nivel nacional, el deterioro de asfalto en las vías hace que viajar al interior del país sea muy peligroso. Según el periódico El Comercio (2018), durante los años que llevan en ejercicio los gobiernos centrales, regionales, municipales y las entidades encargadas de realizar pavimentaciones y mantenimiento de las vías, no han realizado ni el 12% del total de las rutas que se deben haber construido o pavimentado. El estado en la que se encuentran las carreteras a nivel nacional es lamentable sobre todo si se observan las vías cuando se viaja por la sierra o la selva en donde se puede comprobar que el pavimento se encuentra en malas condiciones con presencia de muchas fallas y falta de pavimentación.

En el periódico (Comercio, 2015) nos dice que las vías departamentales con asfalto apenas llegan a los 2.340 km, de un total de 24.235 km. Por lo consiguiente es un 9,7% de progreso. Lo restante que es más de 20.000 km son trochas carrozables, o pavimentos que están en pésimo estado. Las vías son el medio de transporte más importante de cualquier comunidad, distrito región o nuestro país, ya que aparte de la

función que tiene para trasladar de un lugar a otro, a vehículos y peatones, es un activo manejado tanto por el sector público como el privado para poder trasladarse de manera más barata, cómoda y segura, y es de vital importancia para los mercados locales, regionales y nacionales ya que por medio de estas vías consiguen una mayor unión con los centros económicos de la sierra, selva y costa, es por ello que la economía aumenta y es mejor cuando se tiene una vía en buen estado, y son de calidad para su traslado de un lugar a otro.

Desde tiempos remotos, se sabe que la economía de una nación es promover su producción, es por ello que se debe preocupar por mejorar la calidad de su estructura vial. La revista (GESTION, 2019) menciona que las carreteras son el medio de conectividad más importante en nuestro país. Además de su función primaria de permitir el traslado de las personas, ganadería, productos agrícolas, etc. son un activo utilizado tanto por el sector público como el privado para reducir los costos de transacción, sobre todo para los mercados regionales, que gracias a ellas consiguen una mayor integración con los centros económicos de la costa. Así, en conjunto, la economía está mejor si cuenta con más carreteras y estas son de calidad

(Bryzhko, 2019) La importancia de la estructura vial para el desarrollo rural no puede sobreestimarse. La red vial crea requisitos previos para el crecimiento de la población en zonas rurales. La red de carreteras acerca a los residentes del pueblo a los beneficios de civilización, que se concentran en grandes ciudades, nivelando diferentes condiciones de vida en ambientes rurales y urbanos. Un problema científico acuciante hoy en día es el desarrollo teórico y metodológico, directrices para evaluar las consecuencias positivas y negativas de la construcción de carreteras en zonas rurales, eliminando las consecuencias negativas del desarrollo de la red de carreteras, y asegurar el desarrollo económico y social de las áreas municipales rurales utilizando modernas estructuras viales.

El tener rutas saludables trae consigo una mejor transitabilidad, porque estas vías son más seguras, evitando accidentes, evitando también que los vehículos sufran desperfectos, lo que reduce costos de mantenimiento y costo de operaciones logísticas.

Pero hay autoridades que consideran que aún no se hace lo suficiente para mejorar las carreteras, porque la gran mayoría de las vías aún se encuentran en condiciones inapropiadas para su traslado, esta es una percepción razonable y aceptable, puesto que se puede verificar que en ciertas localidades o ciudades aún hay la observancia , de vías con desperfectos y en algunos tramos de la sierra se hacen intransitables, a ello, se suma el tema de la restricción de pesos para transitar en determinadas rutas, la viveza de policías en carretera, los peajes, etc.

En el caso del departamento de Piura, provincia de Ayabaca, en el distrito de Pacaipampa se encuentra el pueblo San Luis, el cual posee una vía que se encuentra en trocha carrozable el cual no cuenta con ningún tipo de estudio de ingeniería , la cual presenta múltiples fallas, tales como: cavidades en la superficie de rodadura, curvas cerradas y peligrosas, las cuales pueden generar múltiples accidentes, no se encontró ningún tipo de señalización, para que el conductor pueda manejar de manera segura, no cuenta con ningún tipo de obra de arte, en épocas de lluvia genera grandes charcos ya que no tiene por donde circular el agua, poniendo en riesgo la vida de personas, todo ello impide la transitabilidad vehicular y peatonal. Esto evidencia la existencia de una problemática que se genera en la falta de una adecuada vía de transporte en la zona que permita mejorar las condiciones de vida de los pobladores que la habitan.

Lo que se realizará con esta investigación es el diseño de la estructura vial para que permita mejorar las condiciones de transitabilidad de la carretera y condiciones de vida de los pobladores, para ello se tendrá en cuenta las normas vigentes establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con el cual se obtendrá un tránsito de manera fluida, cómoda y sobre todo segura.

En cuanto a la formulación del problema general se presenta ¿Cuál será el diseño estructural de la vial para mejorar la transitabilidad vehicular tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021?

Y la formulación de problemas específicos. ¿Cuál es el estado actual de la trocha en el tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021?, ¿Por

qué es importante realizar el estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021 ?, ¿En que nos beneficia realizar la topografía del terreno del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021?, ¿En que nos ayudara al obtener el resultado de los estudios de mecánica de suelos del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021?, ¿Para qué diseñar el paquete estructural de la vía en el tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021?. ¿Porque hacer la comparación de los beneficios entre pavimento flexible y pavimento rígido del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021?

La justificación de este trabajo se encuentra en que el diseño estructural servirá para mejorar las condiciones de transitabilidad, puesto que es la única vía de acceso para todos los pobladores de San Luis hasta llegar al puente Tulumán y otros centros poblados que son beneficiados por ella, es por esto que se realizara este proyecto para que la población tenga una mejor calidad de vida, y pueda transportar su productos, así mismo puedan transitar de un lugar a otro de manera fluida, y sobre todo de manera segura, siendo útil para la sociedad, puesto que ayudara a contribuir con su crecimiento, socio-económico, en lo cultural, en la tecnología, en la salud, y mayores oportunidades de educación.

También se justifica este trabajo de investigación, porque actualmente el tramo del km 0+ 000 al km 3 +300 se encuentra como trocha carrozable, la cual no cuenta con ningún tipo de estudio básico, por lo cual cuenta con múltiples fallas y deterioros en el transcurso de los 3 kilómetros, 300 metros de vía, este camino fue construido por los propios pobladores, por la misma necesidad que tienen de transportar sus productos, agrícolas, como son el aguay manto, olluco, maíz, frejol, variedad de papas etc., para el transporte de su ganadería como son ganado, ovejas, cerdos, caballos etc., que son su principal fuente de ingresos económicos. La superficie de rodadura cuando con diversas cavidades, no cuenta con ningún tipo de señalización horizontal ni vertical, lo cual ha generado muchos accidentes de tránsito, y muchas pérdidas humanas.

El aporte que tiene este proyecto es realizar el diseño del paquete estructural, para ayudar a las diferentes entidades que deseen realizar el proyecto, ya tengan una

referencia de cómo se encuentra dicho tramo actualmente, y también cuenten con los estudios de ingeniería básica, como son; estudio de tráfico, estudio de suelos, topografía, y las dimensiones de paquete estructural, las cuales serán realizadas de acuerdo a la norma actualizada del ministerio de transportes y comunicaciones, esto servirá de base para un proyecto futuro.

Se justifica de manera técnica porque la vía actualmente se encuentra en muy malas condiciones de transitabilidad, lo cual impide transportarse de un lugar a otro de manera segura, es por ello que se requiere de un nuevo paquete estructural en condiciones adecuadas de transitabilidad, para lo cual nos guiaremos de los manuales, reglamentos y normas actualizadas que requiera el proyecto, para mejorar su transitabilidad tanto vehicular como peatonal. Para que la sociedad optimice y reduzca sus tiempos de viaje, hacia los mercados locales, distritales o regionales, y viajen de manera cómoda y segura, para que puedan realizar intercambios culturales, intercambien conocimientos o educación, tecnología e intercambio de conocimientos con respecto a la salud humana, lo cual los permita vivir en una sociedad globalizada y actualizada con el resto de pueblos. Y también para incrementar su economía, tanto de los pobladores como de los que trabajan mediante la vía, como ejemplo los conductores no darán mantenimientos de sus vehículos con frecuencia, no aumentarán el precio de transporte, y el producto que lleven, llegara a su destino sano y bueno, a los pobladores ayudara en sus mercados locales, incrementando su turismo, por lo consiguiente ayuda económicamente a los restaurantes, hospedajes, etc., que serán beneficiarios de esta.

En cuanto a los objetivos, se presentó como objetivo general de esta investigación: Diseñar la estructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021. Y como objetivos específicos se propusieron:

Realizar el diagnóstico de la situación actual del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021, Elaborar el estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021, Realizar el levantamiento topográfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente

Tulmán Piura 2021, Obtener los resultados de mecánica de suelos del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021, Diseñar el paquete estructural del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021. Comparar los beneficios entre pavimento flexible y pavimento rígido del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Según Hamid Athad – Jameel (2018) Hoy en día, el prototipo de las características del tráfico es muy significativo para llevar a cabo una buena evaluación del tráfico que facilita la sección normal, el tejido y la fusión de secciones. El cambio de carril y la utilización de carril son características importantes del tráfico que se estudian ampliamente. Por tanto, este estudio se centra en ambos. El comportamiento de cambio de carril afecta la capacidad y seguridad de las carreteras y la distribución de vehículos entre los carriles de la vía es importante en términos de diferentes aspectos como la seguridad, la gestión del tráfico e incluso el diseño estructural de las carreteras. Se ha seleccionado muestras de campo de diferentes caminos rurales en donde se estudiaron dos tipos de carreteras: tramo de dos carriles y tramo de tres carriles. Los resultados del análisis de las muestras indicaron que el comportamiento del conductor es diferente en términos de utilización de carriles en Irak que de otros países; y también se encontró el mismo comportamiento para los cambios de carril. En comparación con otros países Irak tiene la menor utilización de carriles y la mayor frecuencia de cambios de carril; datos mismos que se necesitan con urgencia hoy en día para calibrar y validar los programas sofisticados, como los programas microscópicos simulados, siendo estos tan importantes para imitar la realidad de los comportamientos de los conductores en las carreteras rurales.

Según la revista chilena de ingeniería (2019) , define a un pavimento como el proceso para establecer el grosor de las capas compuestas en los pavimentos (Superficie, sub base y sub grado) y estos resistan, transmitan y distribuyan la carga impuesta por el tráfico, evitando deformaciones excesivas, incluyendo la ruptura del pavimento. Por lo tanto, el diseño debe garantizar un rendimiento adecuado durante la vida útil, en lo cual varios factores pueden contribuir al pavimento degradación, como agentes ambientales y climáticos, calidad de los materiales utilizados y parámetros de diseño. Por lo tanto, es de gran importancia estudiar el tráfico volumen, que indica el número de vehículos que pasan el camino; así como su tasa de crecimiento para entender

cómo la variación de estos parámetros afecta la calidad de la estructura del pavimento. Además, dependiendo en estos parámetros, es necesario analizar la sensibilidad del pavimento usando programas de computadora para optimizar el diseño del pavimento.

MONTEALEGRE William (2019) en su tesis denominada Diseño de un pavimento flexible por el método AASTHO utilizando como capa de rodadura un asfalto natural y chequearlo por el método racional, el autor se enfocó en utilizar el asfalto natural como capa de rodadura en el diseño del pavimento flexible particularmente en las vías terciarias para bajo tránsito, de esta manera aportar en el desarrollo de la zona rural de una manera económica, funcional y con procedimientos constructivos menos complejos. Manifiesta una nueva alternativa de diseño de pavimentos flexibles de carreteras con bajas cantidades de tránsito de una manera más práctica y económica y con durabilidad, obtuvo como resultado las vías terciarias representan el 69.4%, de toda la malla del país, de las cuales solo el 6% están pavimentadas, el 70% han sido afirmadas y el 24% son caminos polvorientos según planeación nacional del 2017, por lo tanto es importante considerar la posibilidad de centrar todo nuestro conocimiento técnico e investigativo para proponer estructuras de pavimentos flexibles para vías terciarias donde se proponga el asfalto natural como capa de rodadura, con esta nueva alternativa se busca optimizar los recursos en cuanto a procesos constructivos, mano de obra y disponibilidad del material. Así mejorar nuestra estructura vial en las zonas rurales, de tal manera concluye que el diseño de la estructura del pavimento flexible se consideró realizarla por el método AASTHO, por que a nivel mundial es el más utilizado y a diferencia de otros métodos, este método introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie suave al usuario.

Según CONTRERAS, Fernando (2018) en su tesis denominada diseño de la vía de acceso Vichka-Huayra para mejorar la transitabilidad en el distrito de Tupe -Yuyay -Lima, el autor se encaminó en fomentar una apropiada conexión de los adjuntos cercanos al distrito, es por esto que para ejecutarlo se planteó el bosquejo de la vía de acceso en el tramo de Vichka -Huayra, fundamentándose en el proyecto previo en el

cual se elaboró un estudio y realización de trocha carrozable, en la tesis se puede demostrar el avance en el diseño ,volviéndolo una carretera de tercera clase, como lo establece el nuevo Manual de Carretera Diseño Geométrico -2018 del Ministerio de Transportes y comunicaciones, finaliza que el análisis del estudio topográfico ayuda en el diseño de la vía de acceso Vichka-Huayra además se observó que mejoro la transitabilidad mediante el nuevo diseño de la vía en la cual abarca planos (planta, perfil y secciones transversales) que van a ser requeridos para la ejecución de la vía, posteriormente se han diseñado obras de arte , que se encuentran a lo largo del recorrido de la vía diseñado, contiguo al talud, por lo tanto generara una buena transitabilidad.

Según RODRÍGUEZ James (2018), en su tesis denominada análisis y propuesta de diseño del pavimento flexible en la carretera Carhuaz – Hualcán, el autor se enfocó en realizar el diseño de los espesores de la carretera Carhuaz – Hualcán, para así cooperar con el desarrollo de los caseríos que se conectan con la provincia de Carhuaz, y modernizar la calidad de su población, el resultado para llevar a cabo el diseño de la carpeta asfáltica será guiada por el manual de AASHTO 93 que encuentra establecido en el manual de carreteras de diseño geométrico (2018); quien constituye parámetros técnicos necesarios a utilizar en el diseño, el resultado que obtuvimos fue un grosor de capa de rodadura de 10 cm, base granular de 25 cm y sub base de 25 cm así mismo concluye que los estudios realizados en la zona se encontró un ESAL de 2,840,999 de ejes equivalentes, por lo que de acá 20 años se tendrá que realizar nuevamente un estudio de tráfico para determinar el nuevo ESAL, se deduce que a mayor ESAL aumentara la carpeta asfáltica requerida y menor ESAL disminuirá la carpeta asfáltica, es por esto que las estructura va a trabajar en las óptimas condiciones es por esto que el diseño del pavimento llevo a obtener una armadura de 25 cm de espesura de sub base y 25 cm para base, usando el reglamento para un diseño de vías asfaltadas y para el asfalto se obtuvo un espesor de 10 cm.

Para TORRES Pacifico (2017) , en su tesis denominada diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el aa.hh ampliación Túpac Amaru, distrito , de Chiclayo, Provincia Chiclayo, región Lambayeque 2017, el autor se centró en proyectar el diseño del pavimento flexible, para optimizar la serviciabilidad vehicular y peatonal del aa.hh . Por lo cual llegó a resultado de que este pavimento flexible va a estar diseñado para recibir las cargas generadas por el tráfico para que no producir alteraciones constantes excesivas, es por esto que la solidez de un pavimento flexible no puede ser menor a 8 años , habitualmente se realiza para que tenga 20 años de vida útil, finalizando que para obtener un buen diseño de pavimento la densidad máxima debe ser de un 95% así como también debe ser ambientalmente factible, así mismo se debe respetar y cumplir con las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

Según TORREJÓN Henri (2018) En su proyecto denominado “Propuesta técnica para el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido para la Avenida Las Amapolas, en los Distritos De Veintiséis de Octubre Y Piura, Provincia De Piura, Región Piura” , el autor opta por un método basado en el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido; y posteriormente realizar la elaboración de los estudios básicos (estudio topográfico, estudio geotécnico y estudio de tráfico) concluye que el estudio topográfico presenta topográfica plana con desniveles; estudio de mecánica de suelos las estimaciones de CBR encontrados son 7.2; 25.9; 20.7; 11.7; 5.5; equilibrando estos valores vamos a conseguir un CBR de diseño de 13.2. la clasificación de los suelos nos indica que el terreno presenta particularidades cohesivas y en la zona del pavimento se sugerirá cortar hasta la altura de sub rasante por consiguiente se colocará un recubrimiento de hormigón, cuyo grosor será de 0.20 m para posteriormente situar el paquete estructural diseñado; el estudio de trafico la av. Amapolas presenta 3.18 millones de ejes equivalentes (ESAL) lo cual demuestra que esta vía está bien clasificada como colectora.

Para CENTURIÓN Estefany (2019) en su tesis denominada “propuesta de diseño geométrico y señalización de la ruta 107 tramo: bocapan – Suarez – bocana de la red vial departamental empalme PE – 1N” en las cuales encontramos diferentes factores que intervienen en el mal estado de vía; su objetivo principal es ejecutar una propuesta de diseño geométrico y señalización vial para establecer la viabilidad de su perfección en el futuro y así poder cooperar en la solución vial a las primordiales dificultades que se muestran actualmente, tiene como resultado que los espesores del pavimento según la guía AASHTO – 93 se han desarrollado las pruebas de estudios de suelos logrando que las propiedades del suelo entre ellas la granulometría y CBR más desfavorable , accediendo a un diseño de una sub base granular de 8” ; base de 12 “ y carpeta asfáltica de 4”; en relación a la señalización se obtuvo 05 señales informativas, 54 señales preventivas y 19 señales reglamentarias. Con el fin de dar a la vía una señalización adecuada y así mismo vamos a evitar futuros accidentes de tránsito fue eficaz diseñarla con apoyo del Manual de dispositivos de control de Tránsito 2016, finaliza que el estudio de tránsito en la zona está proyectado para 20 años y se consiguió un IMDA de diseño de 216 veh /día y así cumpliendo con todos los parámetros de diseño lo más apropiados recomendados por el MTC. (pág. 15)

Para PUCCIO Carlos (2018) en su tesis denominada Diseño de estructura vial para transitabilidad entre localidades Mórrope KM, 0+000 Y Monteverde KM 15+680, Mórrope, Lambayeque, obtuvo como objetivo general diseñar la estructura vial para transitabilidad entre localidades Mórrope Km0+000 y Monteverde Km14+660, Mórrope, Lambayeque – 2018, la cual tiene como resultado el estudio topográfico en todo el tramo localizándose con un terreno plano , así mismo el estudio de suelo que prevalece en el tramo es de arena limosa (SM) , finaliza que los espesores que van a tener el pavimento flexible son 5 cm de carpeta asfáltica , 15 cm de base y 15 cm de subbase. (pag.17)

Se realizara las teorías relacionas al tema , en cual empezaremos por las teorías relacionadas al tema, en el cual el autor (Ruiz, 2017) Indica que “El estudio preliminar tiene como objetivo anotar de manera aproximada, todo aquello que nos servirá de

base para realizar el estudio definitivo de nuestro proyecto, donde se anotara la ubicación e alcantarillas, puentes, túneles, pueblos, y los problemas que actualmente presenta la trocha carrozable, daños que causa a los pobladores, y en general a todos los usuarios que transitan esta vía, en el estudio preliminar nos permitirá conocer el terreno en el cual desarrollaremos nuestro proyecto, donde identificaremos la mejor ruta para la elaboración de la futura carretera, permitiendo así un diseño completo, analizar un alcance económico y proyectar un estimado de tiempo de ejecución”.(Pag.5)

En el manual del (M.TC., 2015) determina el estudio de tránsito como parte elemental para la realización del diseño del pavimento de una carretera o cualquier tipo de proyecto carretero, el estudio de tráfico vehicular es cuantificar el volumen vehicular y clasificar según su tipo de vehículos que a diario transitan por la carretera, esto se consigue a través de un conteo vehicular y el análisis de la demanda de transporte en general. (pág. 281)

(Quintero Gonzales, 2017) La ingeniería de tráfico, como ciencia específica y organizada, aprobó el análisis de las variables relacionadas con el tránsito en las ciudades. Se origina en la ingeniería de tránsito orientada al análisis de los componentes del tráfico: peatón, conductor, vehículo, señalización, pista y dispositivos de control de tráfico, y la determinación y estudio de la conducta de las llamadas variables macroscópicas de tráfico: volumen de vehículos, diseño de velocidad y la densidad, de esta forma el enlace establece datos entre variables y elementos. A partir del estudio de estos componentes, tanto en los flujos de vehículos como en los de peatones, en áreas urbanas y rurales, por lo general los resultados se realizan para dar solución al problema de tráfico como demoras, congestión, nivel de servicio tiempos de viaje, y tasa de accidentes.

Según (PEREZ, 2018) “Realizar el levantamiento topográfico, en el rubro de carreteras y en cualquier otro tipo de proyecto, nos permite levantar una data de puntos donde se representa al terreno, y luego ser llevados a los programas donde se podrá observar en planos, estos pueden ser un plano de perfil longitudinal, un plano de secciones

transversales y del eje de la carretera (alineamiento horizontal), las cuales están plasmados en un conjunto de puntos proporcionados de manera tridimensional(X,Y,Z) en el proyecto, donde se procederá a realizar el diseño geométrico de la vía, cumpliendo con todas las especificaciones técnicas, y manuales que brindan las entidades encargadas de monitorear y control de estas. (Pág. 25)

Para el (M.T.C, 2014)“Se debe empezar con un estudio de suelos o realizar una exploración de suelos, en toda el área de influencia, para así reconocer el terreno para posteriormente hacer una programación de exploración e investigación in-situ, y así poder lograr identificar la calidad del suelo y los diferentes tipos de suelos que se pueda encontrar en el área del proyecto a realizar. Al conocer el terreno se podrá identificar en los lugares que se realizaría los cortes naturales o artificiales, se lograra definir los estratos del suelo superficial, reconocer los lugares donde puede existir similitud de terreno, y también se lograra percatar de los lugares que presenten mayor contingencia o sean poco recomendables para realizar el nuevo trazo de la vía .La exploración e investigación de campo incluirá la excavación de los pozos abiertos o también llamados calicatas, el tamaño de la excavación dependerá del tipo y la calidad del suelo, generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m. (Pág. 29)

Según (MONTEALEGRE ARIAS, 2019) nos dice que para obtener información de los diversos tipos de suelos se debe realizar indagaciones de campo y laboratorio que determinaran la distribución y propiedades físicas de estos. la cual estuvo comprendida por la selección de unidades típicas de diseño como : la delimitación de las unidades homogéneas de diseño con base en las características: Geológicas, climáticas, topográficas y drenaje de la zona en estudio; así mismo la determinación del perfil de suelos como perforaciones en el terreno con el objetivo de determinar la cantidad y extensión de los diferentes tipos de suelos, la forma de cómo están dispuestos en capas y la detección de la posición del nivel freático.

Los ensayos que se realizaron a la muestra de suelo en laboratorio nos permitirán llegar a conocer nuestra capacidad portante del terreno los cuales son: determinación del contenido de humedad, análisis granulométrico, determinación del límite plástico

del suelo, determinación del límite líquido del suelo, peso específico, ensayo de compactación, determinación de la densidad del suelo en el terreno.

Para (Sucasaca , 2017) indica que la mecánicas de suelos ejecutados en canteras se desarrollan para así cumplir el objetivo y explorar las características de los materiales, proporcionando establecer que las canteras van hacer empleadas en los distintos recubrimientos estructurales del pavimento, zonas de entrega de material para conformar áreas de préstamo de material para conformas los rellenos, de este modo los agregados pétreos para la elaboración de obras hidráulicas. Eligiendo principalmente aquellos que demuestren la cantidad y calidad de material existente sean los adecuados y estén aptos para la construcción de la vía.

El manual de (ministerio de energia y minas, 2015) indica que “Para todo proyecto es de gran consideración hacer el estudio de campo, este consiste en realizar un análisis o una evaluación de las condiciones en las que se encuentra la geología y la geotecnia. El proyectista debe realizar un mapa geológico donde plasmara todo el tramo de la vía e identificara la ubicación de las subestaciones, este mapa debe señalar también los tipos de suelos que atraviesan en todo el área de influencia, los tramos que se encuentran rocas, depósitos coatenarios, y todos los detalles que pueda encontrar, en donde plasmara las características geológicas, ya sean estratigrafía o estructural, también se debe registrar el tipo de roca, y los tramos las cuales fueron afectados por problemas de geodinámicas en estado activo, por ejemplo movimientos de tierras causadas por los temblores, terremotos etc., las herramientas o instrumentos que debe utilizar el proyecto es la clasificación del especialista Barnes (USA) que es una de las más completas. En el caso del mapeo en las zonas más críticas, se debe utilizar los GPS para saber su referencia y su altitud, se deberá tomar fotos, donde se pueda apreciar las características geológicas del trazo en la vía. Lo que corresponde a geotecnia el proyectista debe definir bien la ubicación de las calicatas, para eso debe saber el tipo de carretera en el cual se encuentra, y también una ubicación óptima para la excavación, estas excavaciones deben estar plasmadas en los planos cada uno de ellas, cada calicata comprenderá: la descripción que lo identifique dándola su

ubicación y nombre de acuerdo a su clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). (Pág. 2,3)

El proceso es mediante calicatas en zona de estudio de canteras, las cuales se tomarán en áreas distribuidas de las exploraciones ejecutadas, para posteriormente llevarlas al laboratorio para su análisis correspondiente. (Pág. 6)

(International Journal for Scientific Research & Development, 2017) El diseño geométrico de la carretera afecta de manera muy efectiva a la seguridad vial, se observa que los accidentes de tráfico son menos frecuentes en la carretera que tiene un buen diseño geométrico. Diseño geométrico de carreteras relacionadas con el diseño de los componentes visibles, como secciones transversales, intersecciones, alineaciones horizontales y verticales e instalaciones para bicicletas y peatones. El propósito principal del diseño geométrico es producir una carretera con operaciones de tráfico seguras, eficientes y económicas. El diseño geométrico se ve afectado por el usuario de la carretera, el usuario del vehículo y las características del tráfico. El diseño defectuoso de los resultados de la carretera en accidentes de tráfico, como la curva no está diseñada correctamente, la distancia de los hombros no se proporciona adecuadamente, etc. Estas situaciones aumentan las condiciones peligrosas para la seguridad vial. Por lo tanto, la seguridad del usuario de la carretera depende en gran medida del diseño geométrico de la carretera.

(ZANONI, 2019) Varios factores pueden contribuir al pavimento degradación, como agentes ambientales y climáticos, calidad de los materiales utilizados y parámetros de diseño. Eso, por lo tanto, es de gran importancia estudiar el tráfico volumen, que indica el número de vehículos que pasan por el camino; así como su tasa de crecimiento para entender cómo la variación de estos parámetros afecta la calidad de la estructura del pavimento. Además, dependiendo en estos parámetros, es necesario analizar la sensibilidad del pavimento usando programas de computadora para optimizar el diseño del pavimento.

III. METODOLOGÍA

3.1.- Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación

En el artículo (Investigacion Aplicada, 2018) Se puede definir como la investigación aplicada porque utilizó los conocimientos en la práctica, para que sean de provecho a la sociedad, enfocar su atención en la solución de teorías o en poner en práctica las mismas.

Diseño de Investigación

Es diseño de investigación no experimental porque es sistemática y empírica, donde la variable independiente no se manipula.

(MONTANO, 2018) Menciona que la investigación no experimental es aquella en la que no habrá manipulación de las variables del estudio, es por eso que los autores para desarrollar la investigación, estudian los fenómenos en su ambiente natural, obteniendo los datos para su analizacion posteriormente.

3.2.- Variables y Operacionalización.

Variable 1: Estructura vial

3.3. - Población, Muestra, Muestreo, unidad de análisis.

Población

Según (LOPEZ, 2015) Indica que la población está formada por personas u objetos de los cuales se pretende conocer algo en una investigación. Está constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros. (pag.8)

La población para el presente proyecto de investigación es la trocha carrozable existente del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.

Muestra:

La muestra para el presente proyecto es toda el área de influencia existente del del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.

Para (DÍAZ , 2015) Se define como una parte de la población, para seleccionar la muestra, primero deben delimitarse las características de la población. Así como también muestras representativas, en donde la muestra deberá ser proporcional al tamaño de la población preferentemente seleccionada por procedimientos aleatorios/probabilísticos. (Pag.15)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tabla 1.- *Técnicas, Instrumentos y Fuentes de recolección de datos.*

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Técnica de investigación	Fichas de observación	Ministerio de transporte y comunicaciones
Análisis Documental	Manuales del MTC; (Manual de diseño geométrico 2018. Ensayo de materiales. Suelos pavimentos.	Ministerio de transportes y comunicaciones.
Técnica de laboratorio	Topografía (Estación Total, GPS, Wincha, Trípode, etc.) Laboratorio (Tamiz, Tara, Balanza, Moldes, etc.)	Ministerio de transportes y comunicaciones.
Técnica de recolección de datos y procesamiento.	AutoCAD, Civil 3d, Argis, Google Earth, Aashto 93, Etc. Word, Power Point y Excel	Autodesk Office.

Fuente: Elaborado por los investigadores.

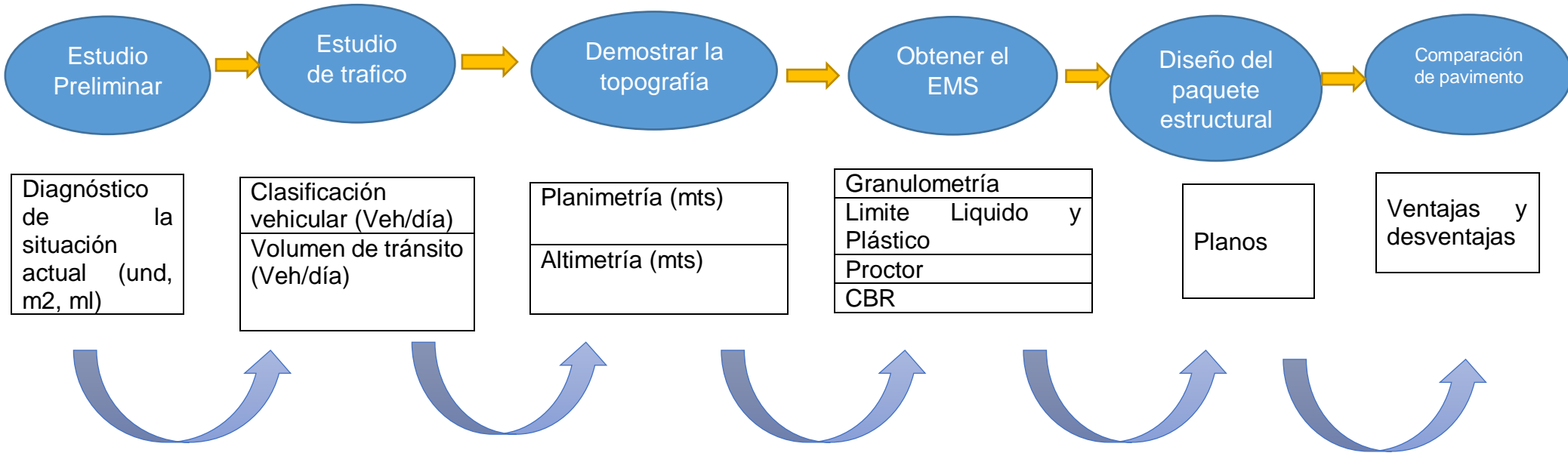
Validez

Es de carácter cualitativa en su naturaleza y debe estar presente en todo instrumento a utilizar ; estudia la relación entre el enfoque epistémico del fenómeno de estudio y lo abordado en el instrumento para potenciar los factores sincrónicos de la investigación, esto es, para que los diferentes ítems y el instrumento , realmente logren su propósito, y brinden los aportes necesarios para realizar conclusiones que requiere la sostenibilidad del producto de investigación. (Caracterización de la Validez y Confiabilidad en el Constructo Metodológico de la Investigación Social, 2015)

Confiabilidad.

Es la consistencia de los resultados, necesaria para poder hablar de resultados válidos, puesto que no es posible evaluar algo que varía continuamente. Sin embargo, es posible que un cuestionario sea confiable, puesto que sus resultados son sólidos pero que no mida lo que se espera que mida. (Confiabilidad , 2015)

3.5 Procedimiento.



3.6.- Método de análisis de datos.

El diseño estructural vial del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021. Se llevó a cabo en función de los datos obtenidos del reconocimiento de campo como son: estudio de tráfico, topografía y las propiedades físicas mecánicas del suelo (CBR, Proctor modificado, líquido límite, límite de plástico y tamaño de grano).

Con la información recopilada se procedió a analizar los datos, por medio de programas como son; AutoCAD Civil 3D 2018 para hacer el diseño estructural vial del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021.

3.7.- Aspectos éticos.

El proyecto de investigación se basa respetando las líneas de investigación determinados por la Universidad Cesar Vallejo. El proyecto de investigación se desarrolló acatando las exigencias de originalidad, ética y objetividad.

El proyecto de investigación recopila ideas de diferentes autores, por lo cual, se considera su autoridad y el acatamiento por la integridad, donde se citarán las ideas de los autores respetando la norma ISO 690.

El proyecto de investigación se adapta al compromiso social, puesto que, permitirá crear puestos de trabajos para las comunidades y facilitará el flujo vehicular.

IV. RESULTADOS

Objetivo 1:

Realizar el diagnóstico de la situación actual del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.

Tabla 2.- Inventario vial del diagnóstico de la situación actual del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021

INVENTARIO VIAL	
Condiciones Iniciales del Proyecto	
SUPERFICIE	SIN AFIRMAR
TIPOLOGÍA	ESCARPADO
CARRETERA	0+000-3+300 KM
<u>1. Características de la Vía y Pavimento</u>	
Longitud (km)	3 km + 300 m
Tipo de Material de Superficie	Tierra
Ancho de Calzada (m)	4.50
Estado de Conservación	Malo
Tipo de daño	Sección Transversal Inadecuada, Baches
Pendiente (%)	8-50
Bombeo	No
N.º. De canteras	01
Señalización	No
<u>2. Obras de Arte.</u>	
. N.º. Puentes y luz (m)	00
Estado de Conservación	-
. N.º Pontones - y luz(m)	00

Estado de Conservación	-
. Badenes	00
Estado de Conservación	-
. Muro de Sostenimiento (h<4m)	00
Estado de Conservación	-
<u>3. Drenaje</u>	
. Alcantarillas de TMC 24"	00
Estado de Conservación	-
Estado de Conservación	-
. Cunetas sin revestir	00
Estado de Conservación	-
. Canaleta de Coronación	00
Estado de Conservación	-
<u>4. Impacto Ambiental</u>	
Zona de Botaderos	01
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC	

- ✓ Con respecto al primer objetivo se encontró el tramo de la vía en estado inadecuado de transitabilidad.

Objetivo 2:

Elaborar el estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021.

Cuadro 1.- Estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. Tráfico vehicular promedio diario semanal (IMDs). 2021

Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Auto Móvil	256	246	262	266	260	252	254
STATION WAGON	6	6	6	6	3	6	6
PICK UP	76	76	72	81	81	88	85
RURAL COMBI	7	7	7	7	7	0	0
2E	32	33	30	30	30	28	0
3E	43	25	26	37	33	35	25
IMDs	420	393	403	427	414	409	377
IMDs							406

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Cuadro 2 .- Estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. Índice medio diario anual (IMDA). 2021

Factor de corrección	Vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	IMDA
0.984263076 Vehículos livianos	Auto Móvil	256	246	262	266	260	252	254	253
	STATION WAGON	6	6	6	6	3	6	6	7
	PICK UP	76	85	88	81	81	72	76	79
	RURAL COMBI	7	7	7	7	7	0	0	5
0.961201157 Vehículos pesados	2E	32	33	30	30	30	28	0	25
	3E	43	25	26	37	33	35	32	32
	IMDs	420	393	405	427	414	409	377	401

Fuente: elaborado por los investigadores

Cuadro 3,. Estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. Índice medio diario anual proyectado (IMDp)-2021

Vehículos	Proyectado
Auto Móvil	298
STATION WAGON	8
PICK UP	93
RURAL COMBI	6
2E	46
3E	59
IMDp	510

Fuente: elaborado por los investigadores

Con respecto al segundo objetivo, se determinó que la vía se encuentra en una demanda vehicular de carretera de segunda clase, puesto que pasan más de 400 veh/día y menos de 2000 veh/ día. Por lo tanto, tenemos una vía de bajo volumen de tráfico.

Objetivo 3:

Realizar el levantamiento topográfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021.

Cuadro 4.- Resumen del levantamiento topográfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021.

BM's	Bm 1	Bm 7
Coordenadas	UTM	WGS 84 – 17S
Puntos inicio	N - 09453904.000	E- 0646951.000
Punto final	N- 09454545.65	E- 0645068.78
Altura	Max- 1825msnm	Min- 1585msnm
Pendientes	Longitudinal > 8 %	Transversal < 50%
Ubicación	Del pueblo San Luis	Al puente Tulman

Fuente: Elaborado por los investigadores.

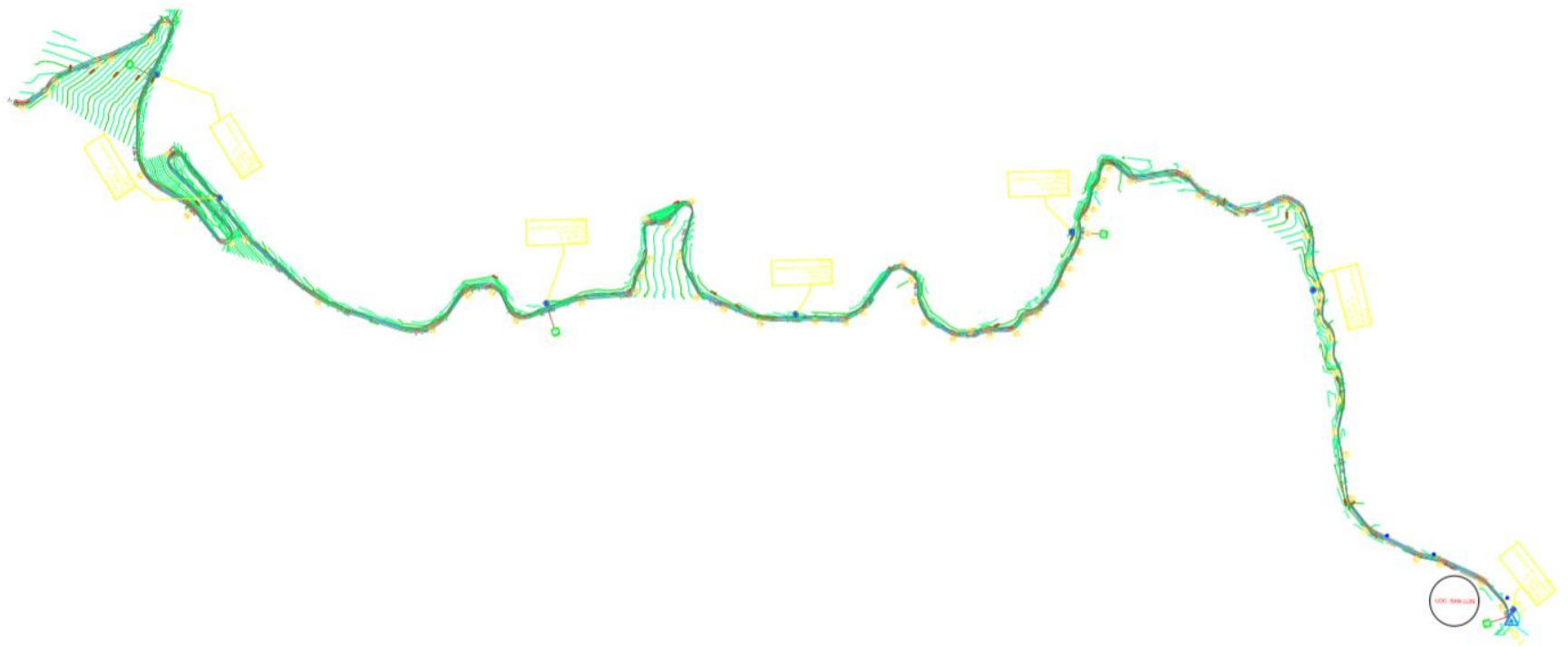
Cuadro 5.- Cuadro de BMs del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021.

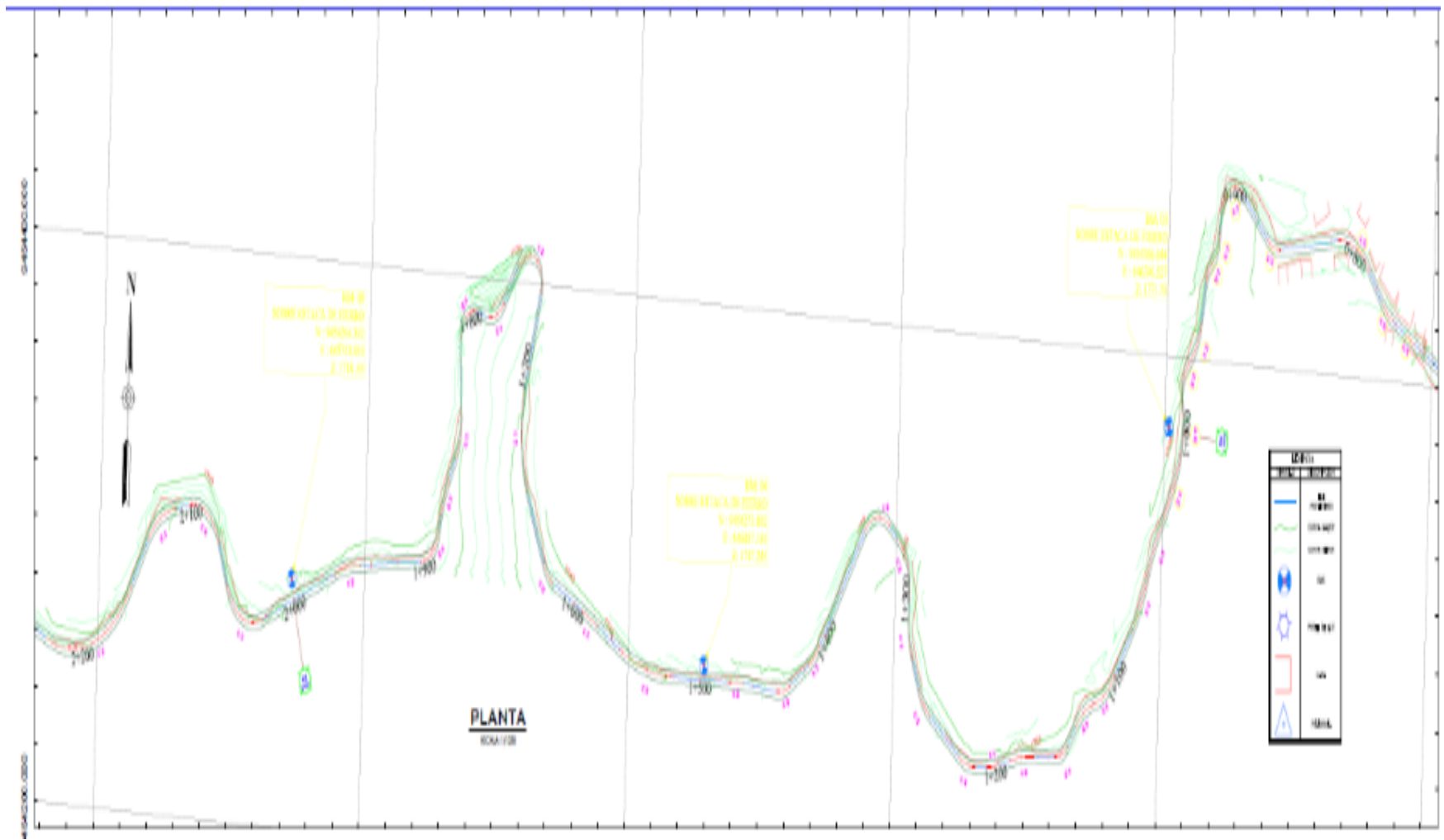
PUNTOS DE BM'S				
PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	CODIGO
1	9453915.776	646959.698	1825.682	BM – 01
2	9454303.864	646705.304	1802.334	BM – 02
3	9454366 .644	646396.527	1771.750	BM – 03
4	9454273.892	646057.185	1747.245	BM – 04
5	9454264.392	645740.933	1718.65	BM – 05
6	9454417.082	645336.501	1672.263	BM – 06
7	9454533.963	645247.204	1619.800	BM - 07

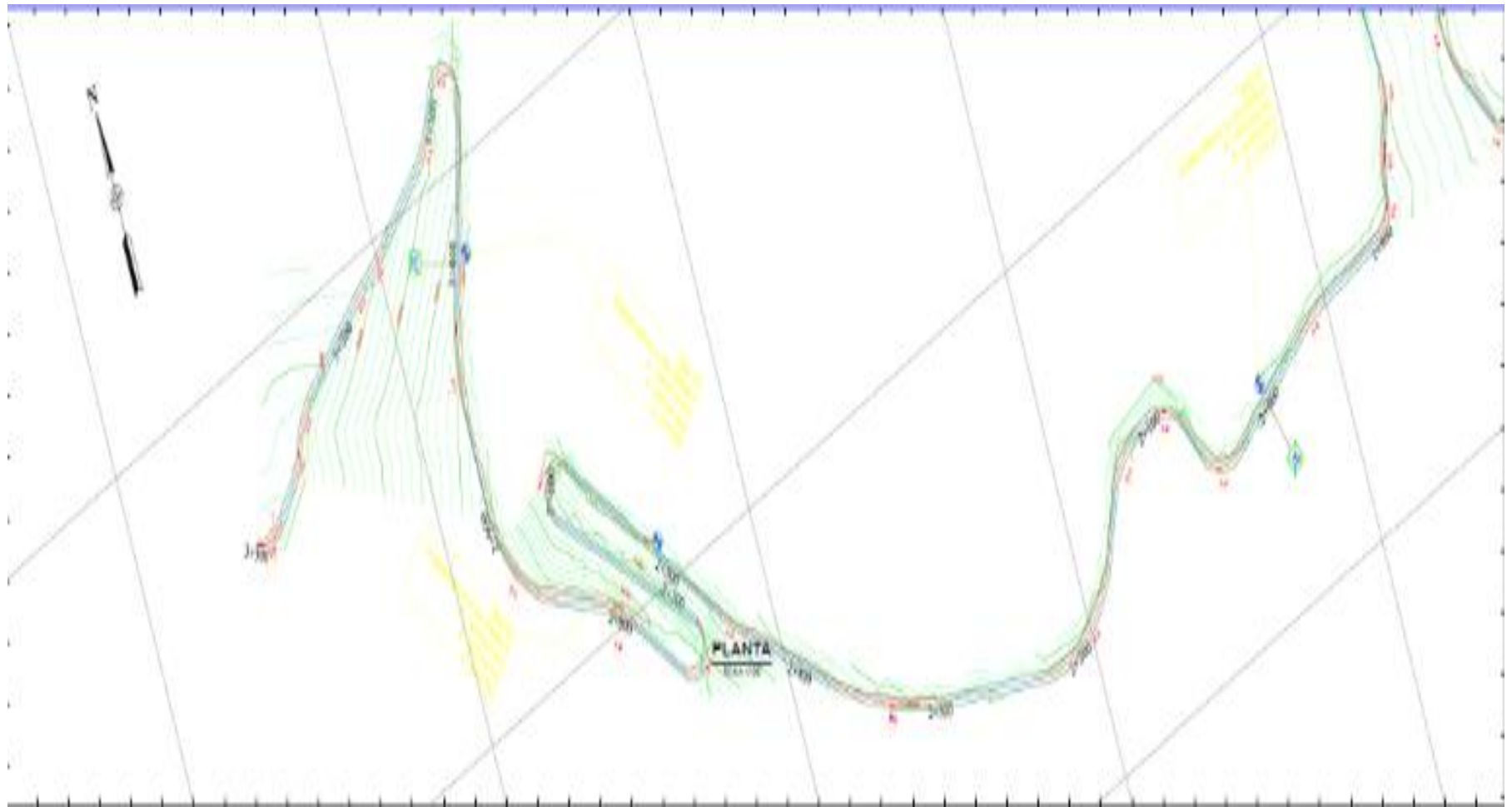
Fuente: Elaborado por los investigadores.

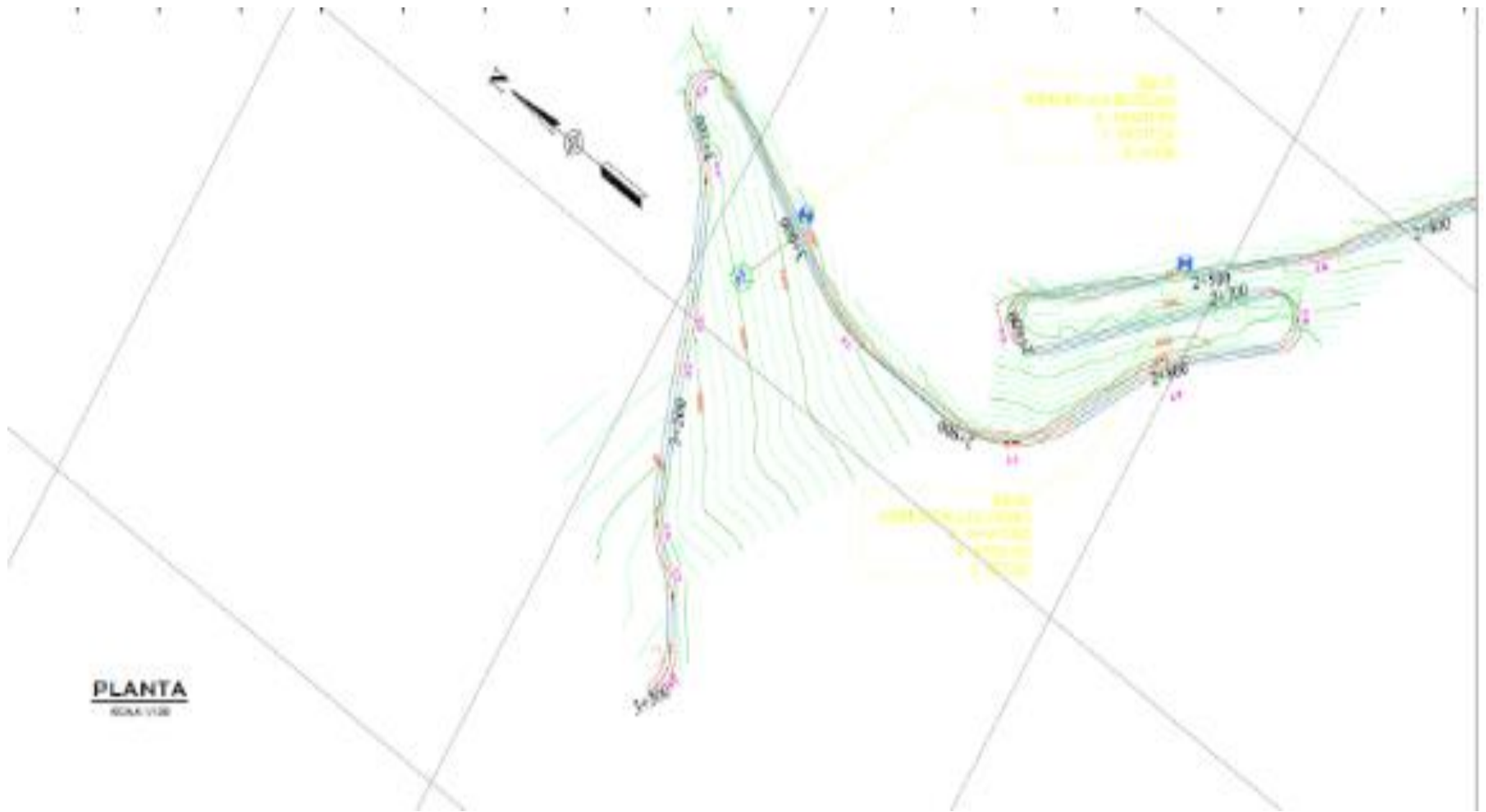
- ✓ Con respecto al tercer objetivo, se concluyó que es un terreno escarpado de tipo 4 por sus pendientes encontrados en el estudio topográfico.

Figura 1 .- Plano topográfico









PLANTA
SCALE 1:200

Objetivo 4:

Obtener los resultados de mecánica de suelos del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021.

Cuadro 6.- Resumen de resultados de mecánica de suelos del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021.

	GEOMECÁNICA Y CONSTRUCCIÓN S.R.L ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS Y DE MECÁNICA DE SUELOS,			
	DOMICILIO FISCAL JR. AYACUCHO #697-CHULUCANAS Cel. 073959586422 / 073294802 geoconstruccion@hotmail.es			
Proyecto	“Diseño estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. 2021”.			
Solicitante	ORTIZ SOTA MELISSA KATTERINE - TIMANA GARCIA KEBIN GABRIEL			
Ubicación	DISTRITO DE PACAIPAMPA - PROVINCIA DE AYABACA - DEPARTAMENTO DE PIURA			

CALICATA	PROGRESIVA (KM)	LADO	DATOS		CLASIFICACIÓN		PROCTOR			CBR (5.08 mm - 0.2")	
			M	PROF (m)	SUCS	AASHTO	METODO	MDS	OCH	100 % MDS	95% MDS
C-01	0+350	D	M-1	0.20 - 1.50	SC	A-4(0)	C	1.9	6.2	21	13.6
C-02	0+850	I	M-1	0.30 - 1.50	SM	A-2-4(0)	C	1.757	8.2	22.6	20.2

C-03	1+350	D	M-1	0.20 - 1.50	SP	A-1-b(0)	C	1.887	11.9	20.3	16.6
C-04	1+950	I	M-1	0.20 - 1.50	SP- SM	A-1-b(0)	C	1.851	12.2	20.90 %	17.10 %

Fuente: Elaborado por los investigadores con los resultados de laboratorio de suelos

Cuadro 7.- Resumen de resultados de mecánica de suelos del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021.

C-05	2+460	D	M-1	0.20 - 1.50	SC	A-2-6(1)	C	2.029	6.8	27.6	18.5
C-06	3+000	I	M-1	0.20 - 1.50	SC	A-6(2)	C	1.993	7.6	28.4	21.1
C-07	3+300	D	M-1	0. - 1.50	SC- SM	A-2-4(0)	C	2.031	6.2	40.8	35.8

Fuente: Elaborado por los investigadores con los resultados de laboratorio de suelos.

Con respecto al cuarto objetivo con el resultado de suelos se obtuvo que tiene buena capacidad portante del suelo, ya que su CBR supera del 10% hacia delante.

Objetivo 5:

Diseñar el paquete estructural del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.

Cuadro 8.- Resumen del paquete estructural del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.

PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS	
NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES	1703070	
CBR	20.41 %	
Nivel de confianza, R (%)	85 %	
FACTOR DE CONFIABILIDAD, Z _r	- 1.036	
DESVIACIÓN ESTANDAR, S _o	0.45	
Serviciabilidad inicial	4	
Serviciabilidad final	2.5	
PSI	17,607 psi	
Estructura del pavimento	Dimen(plg)	Dimen (cm)
Carpeta Asfáltica	D1 = 2 plg	CM = 5.08
Base	D2 = 6 plg	CM = 15.24
Sub base	D3= 6 plg	CM =15.24
ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO	(14plg)	CM = 35.56 = 36
NÚMERO ESTRUCTURAL PROPUESTO	SN	3.10

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Con respecto al quinto objetivo, de acuerdo a los criterios de la norma Aashto 93, nos dio por resultado una estructura del pavimento de 35.56 cm, las cuales están conformadas por 15.24 cm de sub base, 15.24 de base y 5.08 de carpeta asfáltica.

Objetivo 6.

Comparar los beneficios entre pavimento flexible y pavimento rígido del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021.

Pavimento Flexible

Vida útil	10 – 15 años
Costo	800.000 mil a 1 200.000 millones por kilometro
Paquete Estructural	Sub base, base y carpeta asfáltica.
Mantenimiento	Mantenimiento frecuente
Drenaje	Absorbe humedad con facilidad

Fuente: Elaborado por los investigadores

Pavimento Rígido.

Vida útil	30 años
Costo	De 2 a 3 millones por kilometro
Paquete Estructural	Base y superficie de rodadura
Mantenimiento	Mantenimiento sin frecuencia
Drenaje	Mejor drenaje superficial

Fuente: Elaborado por los investigadores

Para este proyecto se optó por realizar el diseño de pavimento flexible, puesto que se encuentra ubicada en zona rural, y por tema económico el proyecto puede ser viable, al realizar con pavimento flexible.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo específico 1.- Realizar el diagnóstico de la situación actual del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021, el resultado fue existen tramos que no se encuentran en óptimas condiciones de transitabilidad, tramos con fallas de hundimiento, no cuenta con ningún tipo de estudio de ingeniería básica, no cuenta con señalización.

Guevara, Manuel y Zunini, Juan (2017,34p.). En su tesis titulada “Estudio Definitivo de la Carretera Centro Poblado Campamento Rocoto – Ciudad de Querocoto, distrito de Querocoto – provincia de Chota – Región de Cajamarca” concluye el nivel de estudio preliminar es parte importante para evaluar cada una de las alternativas y poder seleccionar la ruta que reúna las mejores condiciones y por ende realizar un estudio topográfico que se plasmara a través de una poligonal base.

En consecuencia, es totalmente correcto, debido a que se comprobó en la presente tesis que el nivel de estudio preliminar comprende a la configuración de la poligonal base y además que con ello determinaremos los factores de diseño de la vía; el cual se verá trazado en la elaboración de un plano topográfico.

De acuerdo al segundo específico 2.- Elaborar el estudio de tráfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021, el resultado fue un índice medio diario semanal de 406 vehículos, el cual es un volumen de tráfico bajo.

MONTEALEGRE William (2019) en su tesis denominada “Diseño de un pavimento flexible por el método AASTHO utilizando como capa de rodadura un asfalto natural y chequearlo por el método racional” , el autor se enfocó en utilizar el asfalto natural como capa de rodadura en el diseño del pavimento flexible particularmente en las vías terciarias para bajo tránsito, indicando que el estudio de tráfico es de vital importancia puesto que el volumen de transito es fundamental para el diseño del pavimento, es por ello que se necesita hacer el conteo vehicular como indica la normal.

Estamos de acuerdo con Montealegre William, porque con la presente tesis se comprobó que el estudio de tráfico es necesario, y es un parámetro importante para el diseño final del paquete estructural del pavimento.

Con lo que respecta al objetivo 3.- Realizar el levantamiento topográfico del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021, con el estudio realizado se encontró un terreno escarpado que pertenece a un tipo 4, por las pendientes que esta tiene.

Según (PEREZ, 2018) "Realizar el levantamiento topográfico, en el rubro de carreteras y en cualquier otro tipo de proyecto, nos permite levantar una data de puntos donde se representa al terreno, y luego ser llevados a los programas donde se podrá observar en planos, estos pueden ser un plano de perfil longitudinal, un plano de secciones transversales y del eje de la carretera (alineamiento horizontal), las cuales están plasmados en un conjunto de puntos proporcionados de manera tridimensional(X,Y,Z)

Estamos totalmente de acuerdo con Perez, puesto que el estudio de topografía es el estudio básico, ya que con esto se sabe la existencia, la ubicación, y los niveles de campo, el cual servirá para el corte y relleno al momento de diseñar la via.

Con respecto al objetivo 4.- Obtener los resultados de mecánica de suelos del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura 2021, en los estudios realizados de mecánica de suelos se determinó que predomina los suelos SC, SM, SP, con una capacidad portante mayor al 10%, por lo tanto, contamos con un suelo bueno.

Para el (M.T.C, 2014)"Se debe empezar con un estudio de suelos o realizar una exploración de suelos, en toda el área de influencia, para así reconocer el terreno para posteriormente hacer una programación de exploración e investigación in-situ, y así poder lograr identificar la calidad del suelo y los diferentes tipos de suelos que se pueda encontrar en el área del proyecto a realizar.

En consecuencia, estamos de acuerdo, puesto que en la nuestra tesis se comprobó que al conocer el terreno se podrá identificar en los lugares que se realizaría los cortes naturales o artificiales, e identificar los lugares con baja capacidad portante del suelo.

Con respecto al objetivo 5.- Diseñar el paquete estructural del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021, se determinó la estructura del pavimento de 35.56 cm, las cuales están conformadas por 15.24 cm de sub base, 15.24 de base y 5.08 de carpeta asfáltica.

Según RODRÍGUEZ James (2018), en su tesis denominada análisis y propuesta de diseño del pavimento flexible en la carretera Carhuaz – Hualcán, el autor se enfocó en realizar el diseño de los espesores de la carretera Carhuaz – Hualcán; quien constituye parámetros técnicos necesarios a utilizar en el diseño, el resultado que obtuvimos fue un grosor de capa de rodadura de 10 cm, base granular de 25 cm y sub base de 25 cm así mismo concluye que los estudios realizados en la zona se encontró un ESAL de 2,840,999 de ejes equivalentes, por lo que de acá 20 años.

Estamos de acuerdo con Rodríguez, y que el ESAL es uno de los factores mas importantes para los espesores del pavimento, así como también existen mas parámetros de diseño que son importantes, como son el Modulo resiliente, vida útil, confiabilidad etc según la norma ASSTHO 93.

Con respecto al objetivo 6.- Comparar los beneficios entre pavimento flexible y pavimento rígido del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura 2021, se concluyó que realizar el diseño de pavimento flexible es más rentable económicamente, para este tipo de zonas, puesto que nuestro proyecto de investigación se encuentra en zona rural.

Según TORREJÓN Henri (2018) En su proyecto denominado “Propuesta técnica para el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido para la Avenida Las Amapolas, en los Distritos De Veintiséis de Octubre Y Piura, Provincia De Piura, Región Piura” , el autor opta por un método basado en el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido; y posteriormente realizar la elaboración de los estudios básicos (estudio topográfico, estudio geotécnico y estudio de tráfico) concluye que el estudio topográfico presenta topografía plana con desniveles; estudio de mecánica de suelos las estimaciones de CBR encontrados son 7.2; 25.9; 20.7; 11.7;

5.5; equilibrando estos valores vamos a conseguir un CBR de diseño de 13.2. la clasificación de los suelos nos indica que el terreno presenta particularidades cohesivas y en la zona del pavimento se sugerirá cortar hasta la altura de sub rasante por consiguiente se colocará un recubrimiento de hormigón, cuyo grosor será de 0.20 m para posteriormente situar el paquete estructural diseñado; el estudio de tráfico la av. Amapolas presenta 3.18 millones de ejes equivalentes (ESAL) lo cual demuestra que esta vía está bien clasificada como colectora.

En consecuencia estamos de acuerdo con Torrejón, puesto que para realizar el paquete estructural del pavimento es necesario realizar los estudios básicos de ingeniería, y optar por el diseño que sea seguro, y económicamente viable.

VI. CONCLUSIONES

- Con el estudio preliminar concluimos que la carretera en estudio está en condiciones irregulares, el cual no permite una óptima transpirabilidad vehicular.
- Con respecto al estudio de tráfico, se determinó que la vía se encuentra en una demanda vehicular de carretera de segunda clase, puesto que pasan más de 400 veh/día y menos de 2000 veh/ día. Por lo tanto, tenemos una vía de bajo volumen de tráfico.
- Con la topografía se concluyó que es un terreno escarpado de tipo 4 por sus pendientes encontrados en el estudio topográfico.
- Con respecto al cuarto objetivo con el resultado de suelos se obtuvo que tiene buena capacidad portante del suelo, ya que su CBR supera del 10% hacia delante.
- Con respecto al diseño del paquete estructural se utilizó los criterios de la norma Aashto 93, nos dio por resultado una estructura del pavimento de 35.56 cm, las cuales están conformadas por 15.24 cm de sub base, 15.24 de base y 5.08 de carpeta asfáltica.
- Para este proyecto se optó por realizar el diseño de pavimento flexible, puesto que se encuentra ubicada en zona rural, y por tema económico el proyecto puede ser viable, al realizar con pavimento flexible.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un Estudio Preliminar para conocer el estado actual y características de operacionalidad de la carretera.
- El estudio de tráfico es uno de los factores más importantes para determinar los espesores del pavimento, puesto que esto nos ayuda a identificar el volumen de tránsito (ESAL)
- Se recomienda hacer estudio de topografía, puesto que con esto se podrá identificar las pendientes, las altitudes, y la existencia de todo lo que se encuentre en el transcurso de la vía.
- Se recomienda hacer el estudio de mecánica de suelos en todo proyecto, esto es base para todo diseño.
- Se recomienda poner espesores que soporten las cargas de los vehículos.
- Se recomienda poner pavimento flexible en zonas rurales puesto que es más económico.

Referencias

1. Abass, Rasha H Al Rubaee - Hawraa A. 2017. Study of Surface Drainage Runoff and Vertical Drainage of Flexible Pavement under Laboratory Wheel Track Test. 2017, Vol. I, 1.
2. —. 2017. Study of Surface Drainage Runoff and Vertical Drainage of Flexible Pavement under Laboratory Wheel Track Test. Baghdad - Iraq : Juniper, 2017, Vol. I.
3. ALIAGA, Manuel. 2017. *Canteras y fuentes de agua*. 2017.
4. Amirthalingam, Praveen Vayalamkuzhi - Veeraragavan. 2016. Influence of geometric design characteristics on safety under heterogeneous traffic flow. 2016, Vol. X, 10.
5. *Assessing Environmental Impact Indicators in Road Construction Project in Developin Countries* . Abdelkader, Mohamed Marzouk - Eslam Mohammed. 2017. El Cairo : Xiang Li, 2017.
6. Biblus. 2018. Plan de obra y cronograma: qué es y cómo se redacta. 2018.
7. Bryzhko, Viktor Gennadevich. 2019. Comprehensive assessment of the impact of road infrastructure development in a rural municipal area (Russia). 2019, Vol. 40, 37.
8. Camille Thomason, P.E. 2019. Hydraulic Desing Manual. 2019.
9. CAPECO. 2018. *Costos y Presupuestos* . Lima : s.n., 2018.
10. *Caracterizacion de la Validez y Confiabilidad en el Constructo Metodologico de la Investigacion Social*. Martinez, Manuel. 2015. 10, Carabobo - Venezuela : revista electronica de humanidades , educacion y comunicacion social, 2015, Vol. 20. 1556-9331.
11. CENTURION MENDOZA, Estefany Paola - VARGAS ZÁRATE , Yuri Génesis - BURGOS SAMIENTO , Tito Alfredo. 2019. *PROPUESTA DE DISEÑO*

GEOMETRICO Y SEÑALIZACION DE LA RUTA 107 TRAMO : BOCAPAN - SUÁREZ - BOCANA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL EMPALME PE - 1N. TRUJILLO : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO , 2019.

12. COMERCIO. 2018. *el vía crucis del transporte de carreteras en el Perú. el vía crucis del transporte de carreteras en el Perú.* 2018.
13. Comercio. 2015. *Menos del 10% de las carreteras departamentales tienen asfalto.* Lima : s.n., 2015.
14. *Confiabilidad* . menéndez, A. 2015. s.l. : Taller Ces , 2015.
15. Definicion ABC . Definición de Estudios de Impacto Ambiental. [En línea] <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/estudiosimpactoambiental.php>.
16. DÍAZ , Toledo. 2015. MEXICO : s.n., 2015. pág. 15.
17. Diseño geometrico. 2018. *Ministerio de transportes y comunicaciones.* Lima : s.n., 2018. pág. 281.
18. *EFECTO DE LA VARIACION DIARIO MEDIO Y DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO EN EL DESEMPEÑO DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES* . VARGAS ZANONI, Fernando César. 2019. 1, chile : Revista chilena de ingeniería , 2019, Vol. 27.
19. Gakenheimer, Ralph . 2017. *Los problemas de la movilidad en el mundo en desarrollo.* 2017.
20. GARCIA, Alfredo. *Introducción al Diseño Geométrico de carreteras.* Valencia : s.n. pág. 3.
21. GESTION. 2019. *Falta de carreteras representan el 20% de la brecha total de infraestructura en el país. Falta de carreteras representan el 20% de la brecha total de infraestructura en el país.* 2019.
22. GLOSARIO DE TÉRMINOS. 2018. *DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.* Lima : s.n., 2018.

23. International Journal for Scientific Research & Development. 2017. The Relationship between Geometric Design and Safety of Roadways. 2017, Vol. 5, 03.
24. *Investigacion Aplicada*. Tipos de investigacion. 2018. 2018.
25. LOGISTICA, EL. 2019. Deficiencias en la infraestructura vial. 2019.
26. LOPEZ, Luis . 2015. *PUNTO CERO*. 2015.
27. M.T.C. 2018. *Diseño Geometrico*. Lima : s.n., 2018. pág. 282.
28. —. 2014. *SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*. 2014.
29. M.TC. 2015. *PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL - PROVIAS NACIONAL*. FEBRERO : s.n., 2015.
30. Mendoza, Marie. 2018. *Diseño de pavimentos*. Lima : s.n., 2018.
31. ministerio de energia y minas. 2015. *“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PARA ELECTRODUCTOS PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL*. 2015.
32. MONTANO, Joaquin . 2018. Investigación No Experimental. 2018.
33. MONTEALEGRE CUELLAR, William Andres. 2019. *DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL METODO AASTHO UTILIZANDO COMO CAPA DE RODADURA UN ASFALTO NATURAL Y CHEQUEARLO POR EL METODO RACIONAL* . COLOMBIA : UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA , 2019.
34. ORTIZ MANCERA, Angie Lorena. 2017. *INTRUCTIVO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIA EN PAVIMENTO FLEXIBLE*. BOGOTA D.C - COLOMBIA : UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS, 2017.
35. PEREZ. 2018. *Levantamiento Topográfico Para Proyectos Viales*. 2018.
36. *Proyecto carretera*. Richar, SANTONI. 2017. 2017.

37. PUCCIO VILCHEZ, Carlos Alberto - TOCTO ROMÁN Edixon Geronimo. 2018. *DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA TRANSITABILIDAD ENTRE LOCALIDADES MÓRROPE K, 0+000 Y MONTEVERDE KM 15+680, MÓRROPE , LAMBAYEQUE . CHICLAYO : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO , 2018.*
38. Quintero Gonzales, Julián Rodrigo. 2017. From the Concept of Traffic Engineering to Sustainable Urban Mobility. 2017, Vol. XXI, 40.
39. RAMÍREZ , SHAMIR. 2017. *ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DEL PUENTE PUCAYACU, LOCALIZADO EN EL TRAMO: MAYOCC HUANTA EN LA PROGRESIVA 3+200, APLICANDO LOS SOFTWARES HEC-HMS E IBER v2.0.* 2017.
40. RODRÍGUEZ RUPAY, James Josmar. 2018. *ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCAN . HUARAZ - PERU : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO , 2018.*
41. ROJAS, Fernando Sleyter CONTRERAS. 2018. *DISEÑO DE LA VÍA DE ACCESO VICHKA - HUAYRA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL DISTRITO DE TUPE - YAUYOS - LIMA. LIMMA - PERU : Universidad San Martín de Porres, 2018.*
42. Ruiz, Isha. 2017. *Estudios preliminares de las carreteras.* 2017. pág. 5.
43. SIGNO VIAL. 2017. *Elementos de Seguridad Vial para transitar y trabajar con garantía.* 2017.
44. Sucasaca , Jhonatan . 2017. *Estudio de Canteras y Fuentes de Agua.* 2017.
45. TORREJON OCAÑA, Henri. 2018. *PROPUESTA TÉCNICA PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE , PAVIMENTO SEMIFLEXIBLE Y PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AVENIDA LAS AMAPOLAS EN LOS DISTRITOS DE VEINTISEÍS DE OCTUBRE Y PIURA , PROVINCIA DE PIURA , REGION PIURA . PIURA - PERU : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA , 2018.*

46. TORRES BRIONES, Pacifico - PEREZ BURGOS , Deyvi Samuel. 2017. *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL AA.HH AMPLIACION TUPAC AMARU , DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO , REGION LAMBAYEQUE. CHICALYO - PERU : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO , 2017.*
47. Vallverdu, Arsenio . 2015. Pavimentos en infraestructura vial. 2015.
48. ZANONI, AMANDA SATI HIROOKA KOSHIGOE - FERNANDO CÉSAR VARGAS. 2019. EFFECT OF VARIATION OF THE AVERAGE DAILY VOLUME AND TRAFFIC GROWTH RATE ON FLEXIBLE PAVEMENTS PERFORMANCE. 2019, Vol. 27, 1.

ESTUDIO PRELIMINAR

PROYECTO: “Diseño estructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. 2021”.



1. NOMBRE DEL PROYECTO:

“Diseño estructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. 2021”.

2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

2.1. UBICACIÓN

“Diseño estructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. 2021”. Se ubica en la:

Tabla 3.- Ubicación del proyecto

Región	Piura
Provincia	Ayabaca
Distrito	Pacaipampa, Ayabaca.
Localidades	“San Luis, Puente Tulman,”
Elevación	1825 – 3287.50 msnm
Coordenadas de Inicio	PUNTO INICIAL, en PI-706 Progr. 00+000, San Luis S : 09453904.000 E : 0646951.000 h : 1825 msnm
Coordenadas de Termino	PUNTO FINAL, en PI-717 Progr. 3+300, puente Tulman S: 09454545.65 E: 0645068.78 H: 1585 msnm

Fuente: elaborado por los investigadores

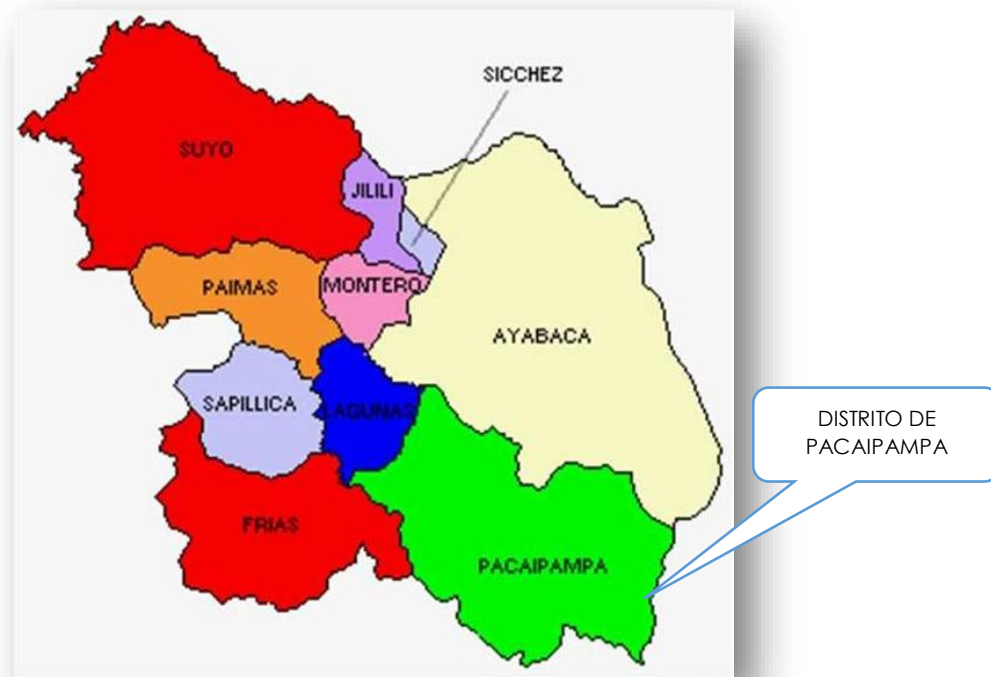
Figura 2 Mapa político del Perú



Figura 3.- mapa del departamento de Piura



Figura 4.- Mapa provincial de Ayabaca



3. ACCESO A LA ZONA

Tabla 4 tiempos estimados para llegar hacia el proyecto

Para poder llegar a nuestro tramo de estudio, debemos seguir la ruta que se describe a continuación:

Tramos	Tipo de Via	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo empleado (Hrs.)	Frecuencia de desplazamiento
Piura – Km 65	Carretera Asfaltada	Vehículo Motorizado	65.0	1.00	Diaria
Km 65 – Morropón	Carretera Asfaltada	Vehículo Motorizado	21.0	0.40	Diaria
Morropón – Pacaipampa	Carretera Afirmada	Vehículo Motorizado	82.3	2.5	Diaria

Fuente: Elaborado por los investigadores.

4. ESTUDIO PRELIMINAR DE LA VIA EXISTENTE / ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA

4.1. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO

4.1.1. COORDENADAS UTM DE REFERENCIA

Datum:	WGS 84
Proyección:	UTM
Sistema de Coordenadas:	UTM-WGS 84 Datum, Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 81d W.
Zona UTM:	17
Cuadrícula:	M
Carta Nacional:	Las Lomas (10-c), Ayabaca (10-d)

4.1.2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO A PROYECTARSE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

Coordenada UTM inicial:	646951.000, 9453904.000
Coordenada UTM final:	645068.78, 9454545.65
Total, de Kilómetros:	0+000 – 3+300 Km

4.1.3. TABLA DE COORDENADAS UTM DE TRAMO A TRAMO (CADA TRAMO DE 1 KM DE LONGITUD)

Tabla 5 Numeración de BM'S

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM (ZONA 17 - WGS18)		ELEVACIÓN (COTA) M.SN.M.	BM'S
	ESTE	NORTE		
1	646959.698	9453915.776	1825.682	BM'S01
2	646705.304	9454303.864	1802.334	BM'S02
3	646396.527	9454366.644	1771.750	BM'S03
4	646057.185	9454273.892	1747.245	BM'S04
5	645740.933	9454264.392	1718.65	BM'S05
6	645336.501	9454417.082	1672.263	BM'S06
7	645247.204	9454533.963	1619.800	BM'S07

Fuente: Elaborado por los investigadores.

4.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VIA ACTUAL

4.2.1. CRUCES DE CENTRO POBLADO

La trocha carrozable cruza por el caserío la laguna, caserío papelillo y los demás caseríos adyacentes.

4.3. DESCRIBIR LAS METAS DEL PROYECTO A DESARROLLAR SEGÚN EVALUACIÓN

- Diseño de la trocha carrozable existente a carretera a nivel de pavimento flexible de 3+300.00 km
- Mejorar la transitabilidad vehicular.

5. CONCLUSIONES

- La trocha carrozable del pueblo san Luis hasta el puente Tulman actualmente es una trocha en inadecuadas condiciones de transitabilidad, puesto que presenta fallas múltiples en transcurso del tramo.

- **Descripción de la Ruta:**

El tramo de estudio actualmente se encuentra como trocha carrozable, la cual se pretende proyectar a una carretera de tercera clase, el cual inicia en el Km 0 + 000 ubicado en el pueblo de San Luis y termina en el Puente Tulman km 3 +300. La visita al tramo de estudio se logró evidenciar una pésima condición de transitabilidad, puesto que cuenta con diversas fallas, entre las principales fallas tenemos: las cavidades del terreno (baches), la falta de señalización y tramos muy angostos, estas fallas representan un peligro para todos aquellos que transitan por dicha vía .

- **Red Vial:**

Red Vecinal.

- **Categoría Según Demanda:**

Trochas carrozables.

- **Orografía:**

Terreno Escarpado - Tipo IV

- **Ancho de Calzada:**

Varían entre 5.5 m a 6 m

- **Velocidad de Diseño:**

Rural: 30 Km/h

- **Bombeo de Calzada:**

No existe bombeo de calzada

- **Sub – Base:**

Terreno Natural

- **Base:**

Material compactado (por los mismos vehículos que pasan)

ANEXOS
PANEL FOTOGRÁFICO



ANEXO N° 1: Inicio de la Carretera, pueblo San Luis



ESTUDIO DE INGENIERÍA BÁSICA.

INTRODUCCIÓN

El sistema de transporte por carreteras es esencial para el desarrollo económico de un País y en particular de una región o un territorio al constituirse en el medio de movilización de personas, de bienes de consumo, de productos industrializados, de productos para la exportación, etc. Todo esfuerzo que se haga por construir, rehabilitar y mantener las carreteras de cualquier orden del plan vial nacional es de gran trascendencia en la vida y economía de los ecuatorianos.

Debido a esta importancia, la municipalidad de Pacaipampa, contempla la rehabilitación de la vía de segundo y tercer orden, ubicadas hacia el interior de su territorio, para mejorar los tiempos de traslado e incorporar más territorio y población al desarrollo productivo turístico y agropecuario, mediante el mejoramiento y asfaltado de las vías.

Dentro de esta planificación se ha considerado el **Diseño estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. 2021**, con la finalidad de proporcionar una mejor estructura para el transporte de estos recintos y sectores aledaños.

Esta vía empieza en el pueblo de san Luis, y llega hasta el puente Tulman, tiene una longitud de 3 + 300 Km, aproximadamente en su trayecto se encuentran centros poblados, y pequeños caseríos que van en el transcurso de la vía. La vía presenta anchos angostos, curvas muy cerradas y no cuenta con un sistema de drenaje adecuado en toda su extensión, al momento la carpeta de rodadura se encuentra en mal estado.

Con la obtención del IMDA (índice medio diario anual) se clasificará la vía, datos que servirán para el Diseño del pavimento en estudio, también servirán para el cálculo de los beneficios socioeconómicos de la implementación del proyecto, por concepto de los ahorros en los costos generalizados de viaje (costos de operación vehicular y

tiempos de viajes de conductores y pasajeros usuarios de la vía); cálculo que corresponden a un Estudio Socioeconómico.

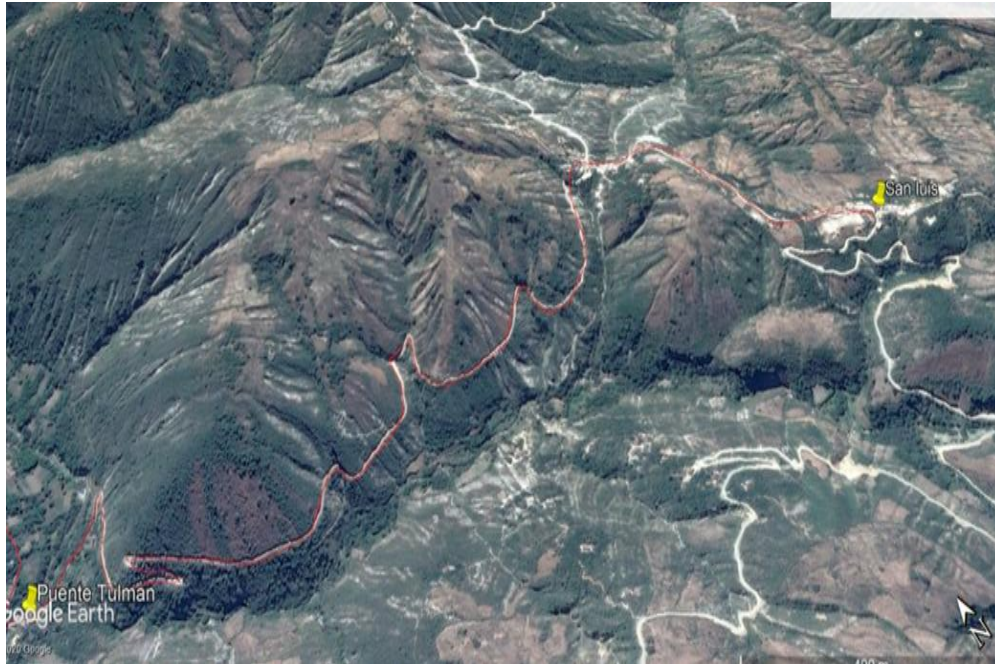
La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el Ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino. Además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos y la cantidad de vehículos que pasan, para poder así clasificar el tipo de carretera que se tiene en estudio.

La necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico.

Empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos en cada sentido de tráfico. La demanda de Carga por Eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guarda relación directa con el deterioro del pavimento.

Ubicación de estaciones.

Figura 5.- Ubicación de estaciones de control vehicular tramo distrito San Luis al puente Tulmán



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Objetivo del estudio

El estudio de tráfico vehicular tiene como objetivo cuantificar, tener conocimiento del volumen vehicular y la clasificación por tipo de vehículo, que transitan por área de influencia del proyecto. San Luis – puente Tulmán del km0+000- 03 + 300. A la misma vez, determinar el diseño estructural del pavimento y de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico.

Volumen de tránsito.

Es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o una calzada, durante un periodo determinado, para proyectar una calle o carretera, la selección del tipo de vía, las intersecciones y los accesos, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda.

METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA DEMANDA DE TRÁNSITO.

Conteo vehicular en campo.

El conteo se realizó en el transcurso de 7 días, ubicados en una estación, en la entrada en el pueblo san Luis km 0+000. Y otra en el puente Tulman km 03 + 300, Lo cual se realizó durante las 24 horas del día, entre los días lunes 01 de setiembre al domingo 08 de setiembre 2020 incluyendo días laborales y un fin de semana, con el objetivo de identificar el volumen y clasificación de vehículos, en los cuales se contaron los vehículos según hora de paso, empezando a las 6:00 am hasta las 6:00 am del día siguiente. y fueron clasificados en:

- Livianos: Autos, Station Wagon, Pick Up, Rural Combi.
- Pesados: Camión 2E Camión 3C

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

Para fortalecer y expandir el crecimiento económico del país se requiere contar con un sistema de transporte integrado e interconectado de tipo multimodal, con infraestructura eficiente y eficaz, para facilitar la movilización de personas y mercancías, especialmente en su transporte terrestre.

Durante los últimos años, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones viene impulsando entre otros aspectos, las inversiones en carreteras, por el cual existe un

incremento significativo de estudios de factibilidad técnica y económica de proyectos viales, y cuya revisión involucra la cuantificación de la demanda de transporte terrestre.

Siendo el tráfico vehicular el indicador apropiado para cuantificar la demanda de transporte terrestre, los estudios de tráfico se enfocan en el movimiento de vehículos de pasajeros y carga que circulan en un tramo de la carretera, empleando conteos volumétricos de tipos representativos de vehículos para estimar el Índice Medio Diario Anual (IMDA).

- **Índice Medio Diario Semanal (IMDS)**

El Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se obtiene a partir del volumen de tráfico diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de la red vial durante 7 días. Se realiza con la finalidad de saber a su demanda y establecer si pertenece a una trocha carrozable, una carretera de primera, segunda o tercera clase o Autopistas de primera, segunda y tercera clase.

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

- **Índice Medio Diario Anual (IMDA)**

El Índice Medio Diario Anual (IMDA) es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año. El IMDA es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías.

El IMDA se obtiene de la multiplicación del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) y el Factor de Corrección Estacional (FC).

En los estudios del tránsito se puede tratar de dos situaciones:

- El caso de los estudios para carreteras existentes
- El caso para carreteras nuevas, es decir que no existen actualmente.

En el primer caso, el tránsito existente podrá proyectarse mediante los sistemas convencionales que se indican a continuación. El segundo caso requiere de un estudio de desarrollo económico zonal o regional que lo justifique.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina por la demanda diaria que cubrirá, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC para las diversas zonas del país.

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

- **Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección**

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1+r)^{(n-1)}$$

Donde:
T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
T₀ = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
n = año futuro de proyección
r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos por implementarse con certeza a corto plazo en la zona de la carretera.

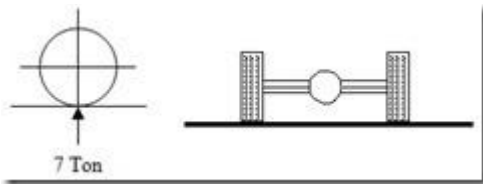
La proyección puede también dividirse en dos partes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa de crecimiento de la población. Y una proyección de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos datos sobre índices de crecimiento normalmente obran en poder de la región.

- **Número de repeticiones de eje equivalentes.**

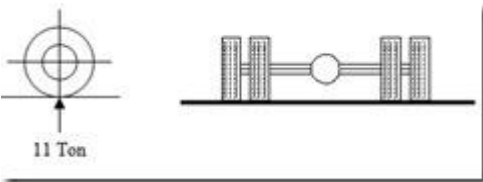
Es de primordial importancia conocer el tipo de vehículo, el número de veces que pasa y el peso por eje de cada tipo de vehículo, los cuales se clasifican en distintos tipos según sus ejes. Por ejemplo, tenemos:

- Eje Simple
Eje Tándem
- Eje Tridem
Eje Doble
Eje Triple
- Eje Simple:

Se denomina eje simple al elemento constituido por un solo eje no articulado a otro, puede ser: motriz o no, direccional o no, anterior, central o posterior. El peso máximo admisible para un eje simple de 2 neumáticos es de 7.000 Kg. (15 Kips).



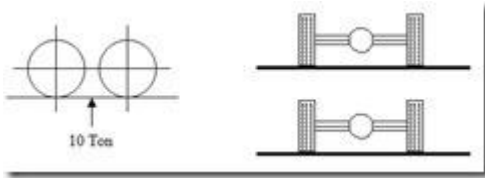
El peso máximo admisible para un eje simple de 4 neumáticos es de 11.000 Kg. (24 Kips)



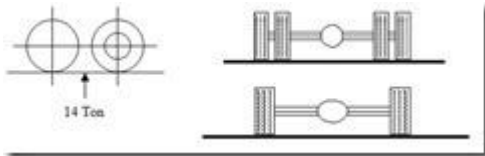
Eje Tándem:

Se denomina eje Tándem al elemento constituido por dos ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por una distancia menor a 2,4 metros. Estos reparten la carga, en partes iguales, sobre los dos ejes. Los ejes de este tipo pueden ser motrices, portantes o combinados.

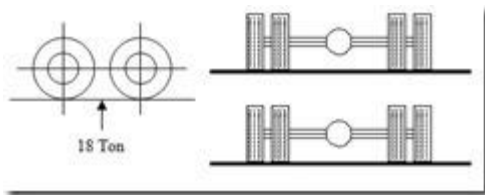
El peso máximo admisible para un eje tándem de 4 neumáticos es de 10.000 Kg. (22 Kips).



El peso máximo admisible para un eje tándem de 6 neumáticos es de 14.000 Kg. (31 Kips).



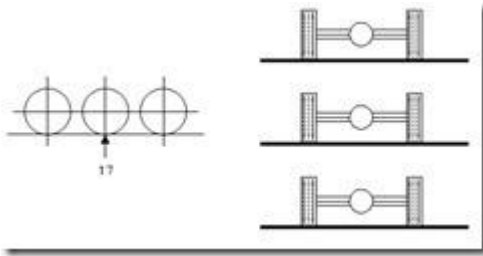
El peso máximo admisible para un eje tándem de 8 neumáticos es de 18.000 Kg. (40 Kips).



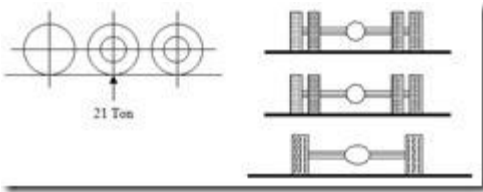
Eje Tridem

Se denomina eje Tridem al elemento constituido por tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por distancias menores a 2,4 metros. Estos reparten la carga sobre los tres ejes. Los ejes de este tipo pueden ser motrices, portantes o combinados.

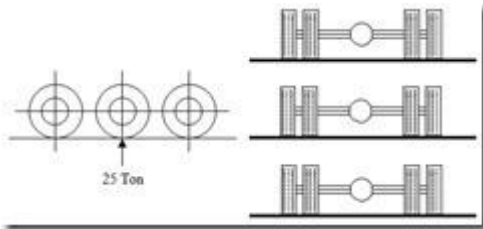
El peso máximo admisible para un eje tridem de 6 neumáticos es de 17.000 Kg. (37 Kips).



El peso máximo admisible para un eje tridem de 10 neumáticos es de 21.000 Kg. (46 Kips).

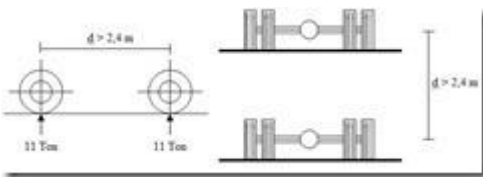


El peso máximo admisible para un eje tridem de 12 neumáticos es de 25.000 Kg. (55 Kips).



Eje Doble

Se denomina eje doble a una combinación de dos ejes separados por una distancia mayor de 2,4 metros. Para la determinación de su peso máximo admisible se considera como dos ejes simples (11 Ton. por eje).



Eje Triple

Se denomina eje triple a una combinación de tres ejes separados por una distancia mayor de 2,4 metros. Para la determinación de su peso máximo admisible se considera como tres ejes simples (11 Ton. por eje).

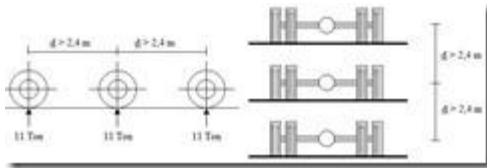


Figura 6.- Cargas por ejes para ejes equivalentes, pavimentos flexibles

Cuadro 6.3
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)
Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos





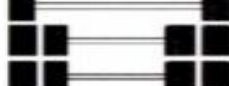

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8,2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.6}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.6}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual de carreteras: suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos

Figura 7.- Configuración de ejes

Figura 6.1
Configuración de Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota:

RS : Rueda Simple


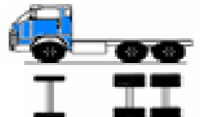


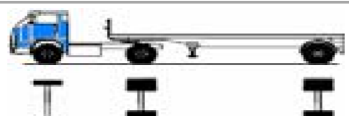
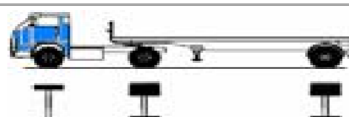
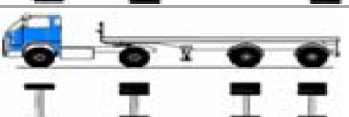
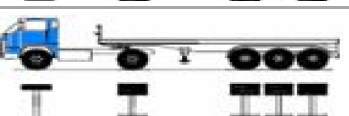
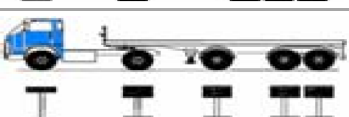
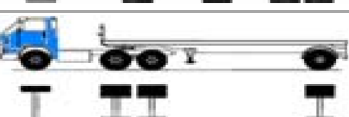
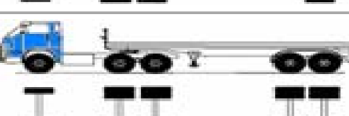
RD: Rueda Doble

Fuente: Manual de carreteras: suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos

- **CLASIFICACIÓN VEHICULAR**
- Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.
- L1 : Vehículos de dos ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
- L2 : Vehículos de tres ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
- L3 : Vehículos de dos ruedas, de mas de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h.
- L4 : Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de mas de 50 cm³ ó una velocidad mayor de 50 km/h.

- L5 : Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de mas de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada.
- Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros
- M1 : Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
- M2 : Vehículos de mas de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
- M3 : Vehículos de mas de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.
- Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:
- Clase I : Vehículos contruidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos .
- Clase II : Vehículos contruidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles. Clase III : Vehículos contruidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.
- Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancía.
- N1 : Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos. N2 : Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas. N3 : Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.
- Categoría O: Remolques (incluidos semirremolques).
- O1 : Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.
- O2 : Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.
- O3 : Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas. O4 : Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

Figura 8.- Factor camión para vehículos permitidos por el MTC

FACTOR CAMIÓN PARA VEHICULOS PERMITIDOS POR EL MTC SEGÚN DS N°058-2003-MTC								
CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHICULOS	LONGITUD MÁX. (m)	PESO MÁXIMO (tn)				FACTOR CAMIÓN	
			EJE. DELANT	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES				
				1°	2°	3°		4°
C2		12.30 m	7 tn	11 tn	----	----	----	
C3		13.20 m	7 tn	18 tn	----	----	----	
C4		13.20 m	7 tn	23 tn	----	----	----	
8x4		13.20 m	7 tn 7 tn	18 tn	----	----	----	
T2S1		20.50 m	7 tn	11 tn	11 tn	----	----	
T2S2		20.50 m	7 tn	11 tn	18 tn	----	----	
T2Se2		20.50 m	7 tn	11 tn	11 tn	11 tn	----	
T2S3		20.50 m	7 tn	11 tn	25 tn	----	----	
T2Se3		20.50 m	7 tn	11 tn	11 tn	18 tn	----	
T3S1		20.50 m	7 tn	18 tn	11 tn	----	----	
T3S2		20.50 m	7 tn	18 tn	18 tn	----	----	

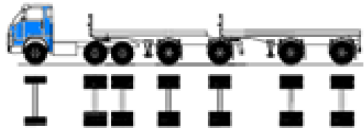
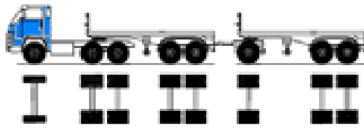
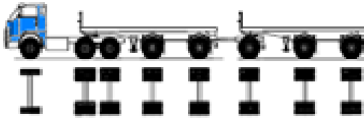
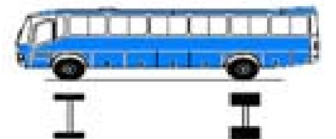


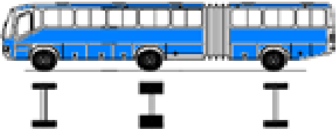
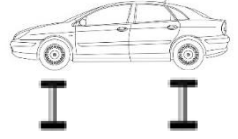
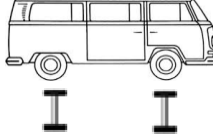
FACTOR CAMIÓN PARA VEHICULOS PERMITIDOS POR EL MTC SEGÚN DS N°058-2003-MTC

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS	LONGITUD MÁX. (m)	PESO MÁXIMO (tn)					FACTOR CAMIÓN
			EJE. DELANT	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES				
				1°	2°	3°	4°	
T3Se2		20.50 m	7 tn	18 tn	11 tn	11 tn	-----	
T3S3		20.50 m	7 tn	18 tn	25 tn	-----	-----	
T3Se3		20.50 m	7 tn	18 tn	11 tn	18 tn	-----	
C2R2		23.00 m	7 tn	11 tn	11 tn	11 tn	-----	
C2R3		23.00 m	7 tn	11 tn	11 tn	18 tn	-----	
C3R2		23.00 m	7 tn	18 tn	11 tn	11 tn	-----	
C3R3		23.00 m	7 tn	18 tn	11 tn	18 tn	-----	
C3R4		23.00 m	7 tn	18 tn	18 tn	18 tn	-----	
C4R2		23.00 m	7 tn	23 tn	11 tn	11 tn	-----	
C4R3		23.00 m	7 tn	23 tn	11 tn	18 tn	-----	
8x4R2		23.00 m	7 tn 7 tn	18 tn	11 tn	11 tn	-----	

FACTOR CAMIÓN PARA VEHICULOS PERMITIDOS POR EL MTC SEGÚN DS N°058-2003-MTC

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHICULOS	LONGITUD MAX. (m)	PESO MAXIMO (tn)				FACTOR CAMION	
			EJE. DELANT	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES				
				1°	2°	3°		4°
8x4R3		23.00 m	7 tn 7 tn	18 tn	11 tn	18 tn	-----	
8x4R4		23.00 m	7 tn 7 tn	18 tn	18 tn	18 tn	-----	
C2RB1		20.50 m	7 tn	11 tn	11 tn	-----	-----	
C2RB2		20.50 m	7 tn	11 tn	18 tn	-----	-----	
C3RB1		20.50 m	7 tn	18 tn	11 tn	-----	-----	
C3RB2		20.50 m	7 tn	18 tn	18 tn	-----	-----	
C4RB1		20.50 m	7 tn	23 tn	11 tn	-----	-----	
C4RB2		20.50 m	7 tn	23 tn	18 tn	-----	-----	
8x4RB1		20.50 m	7 tn 7 tn	18 tn	11 tn	-----	-----	
8x4RB2		20.50 m	7 tn 7 tn	18 tn	18 tn	-----	-----	
T3S2 S2		23.00 m	7 tn	18 tn	18 tn	18 tn	-----	

FACTOR CAMIÓN PARA VEHÍCULOS PERMITIDOS POR EL MTC SEGÚN DS N° 058-2003-MTC

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHICULOS	LONGITUD MAX. (m)	PESO MÁXIMO (tn)				FACTOR CAMIÓN	
			EJE. DELANT	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES				
				1°	2°	3°		4°
T3Se2 Se2		23.00 m	7 tn	18 tn	11 tn 11 tn	11 tn 11 tn	-----	
T3S2 S1S2		23.00 m	7 tn	18 tn	18 tn	11 tn	18 tn	
T3Se2 S1Se2		23.00 m	7 tn	18 tn	11 tn 11 tn	11 tn	11 tn	
B2		13.20 m	7 tn	11 tn	-----	-----	-----	
B3-1		14.00 m	7 tn	16 tn	-----	-----	-----	
B4-1		14.00 m	7 tn 7 tn	16 tn	-----	-----	-----	
BA-1		18.30 m	7 tn	11 tn	7 tn	-----	-----	
AP		4.00 m	1 tn	1 tn	-----	-----	-----	
AC		4.00 m	1.6 tn	3.3 tn	-----	-----	-----	

➤ **Gabinete**

- Se efectúa la revisión y consistencia de los datos de campo.
- Se hacen cuadros y gráficos de las variaciones diarias y horarias por sentido, y clasificación vehicular del IMDA.
- Se selecciona el Factor de Corrección y se justifica, en base a la información existente en las publicaciones del MTC o en datos de peajes cercanos.
- Se efectúa el cálculo del IMDA

Trabajo de Gabinete:

✓ **Ubicación de las estaciones.**

Para realizar el conteo de tráfico se tuvo que identificar una estación para poder realizar el conteo, donde estableció dos estaciones de conteo un punto en la progresiva 0+000 en a la entrada de nuestro proyecto pueblo de san Luis, y otra estación culminando en el km 3 + 300 que es el puente Tulman – Piura

Tabla 6 *Conteo Vehicular IMDs del tramo del pueblo san Luis – puente Tulman km.00+000 -3 + 300. 2021*

CUADRO N° 7.3.4
E- N°01 (SAN LUIS KM 0+000)
RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR POR DÍA DE AMBOS SENTIDOS

FECHA	DIRECCION	MOTO LINEAL	MOTO TAXI - MOTO FURGON	Auto movil	STATION WAGON	CAMIONETAS			Micro	Omnibuses		Camión			Semitrayers				TRAYLER				Total
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
MARTES 01/09/2020	E	0	0	128	3	45	0	3	0	0	0	18	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210
	S	0	0	118	3	31	0	4	0	0	0	15	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183
	E+S	0	0	246	6	76	0	7	0	0	0	33	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	393
MIERCOLES 02/09/2020	E	0	0	130	3	40	0	3	0	0	0	16	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207
	S	0	0	132	3	32	0	4	0	0	0	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196
	E+S	0	0	262	6	72	0	7	0	0	0	30	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	403
JUEVES 03/09/2020	E	0	0	130	3	42	0	3	0	0	0	16	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211
	S	0	0	136	3	39	0	4	0	0	0	14	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216
	E+S	0	0	266	6	81	0	7	0	0	0	30	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	427
VIERNES 04/09/2020	E	0	0	126	2	41	0	3	0	0	0	16	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205
	S	0	0	134	1	40	0	4	0	0	0	14	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209
	E+S	0	0	260	3	81	0	7	0	0	0	30	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	414
SABADO 05/09/2020	E	0	0	126	6	43	0	0	0	0	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205
	S	0	0	126	9	45	0	0	0	0	0	13	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213
	E+S	0	0	252	15	88	0	0	0	0	0	28	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	418
DOMINGO 06/09/2020	E	0	0	134	3	44	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193
	S	0	0	120	3	41	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184
	E+S	0	0	254	6	85	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	377
LUNES 07/09/2020	E	0	0	126	3	41	0	3	0	0	0	16	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214
	S	0	0	130	3	35	0	4	0	0	0	16	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206
	E+S	0	0	256	6	76	0	7	0	0	0	32	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	420
PARCIAL	E	0	0	900	23	296	0	15	0	0	0	97	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1445
	S	0	0	896	25	263	0	20	0	0	0	86	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1407
TOTAL		0	0	1796	48	559	0	35	0	0	0	183	231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2852

Fuente: Elaborado por los investigadores

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL. (IMDA)

➤ Factor de corrección estacional.

El factor de corrección estacional se determina a partir de una serie anual de tráfico registradas mediante las unidades de peaje de nuestro país, este factor tiene como finalidad hacer una corrección para eliminar las variaciones del volumen de tráfico que son producto de las variaciones estacionales (recreación, clima, época de cosecha, festividades, vacaciones, etc.) los cuales se producen durante todo el año. Para el presente estudio, los factores de corrección se tomaron los datos de la estación de peaje Chulucanas (Carretera Piura), tanto para vehículos ligeros y pesados pertenecientes al periodo 2014-2021.

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

En la que:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.

Tabla 7 Conteo Vehicular IMDs del tramo del pueblo san Luis – puente Tulman km.00+000 -3 + 300. 2021

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a
	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes				
Automóvil	246	262	266	260	252	254	256	1796	257	0.984263076	253
STATION WAGON	6	6	6	3	15	6	6	48	7	0.984263076	7
PICK UP	76	72	81	81	88	85	76	559	80	0.984263076	79
PANEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.984263076	0
RURAL COMBI	7	7	7	7	0	0	7	35	5	0.984263076	5
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.984263076	0
Ómnibus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Ómnibus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Camión 2E	33	30	30	30	28	0	32	183	26	0.960300000	25
Camión 3E	25	26	37	33	35	32	43	231	33	0.960300000	32
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Semitraylers 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Semitraylers 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Semitraylers 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Semitraylers >= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Tráiler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Tráiler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Tráiler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
Tráiler >= 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.960300000	0
TOTAL	393	403	427	414	418	377	420	2852	407		401

Fuente: Elaborado por los investigadores

Cálculo de crecimiento y proyección.

$$T_n = T_0(1+r)^{(n-1)}$$

Donde: T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
 n = año futuro de proyección
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Factor de crecimiento.

Se determina el factor de crecimiento estacional mediante los porcentajes que nos brinda el INEI, los cuales son:

Factor de crecimiento poblacional y factor de crecimiento económico.

Para el factor de crecimiento poblacional:

Figura 9.- Tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados

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%

Información al 2017.
 Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

Fuente: MTC

Figura 10.- Factor de crecimiento poblacional, del tramo del pueblo san Luis – puente Tulman km.00+000 -3 + 300. 2021.

2.2 Demanda Proyectada

$$T_n = T_0(1+r)^{(n-1)}$$

Donde: T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
 n = año futuro de proyección
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en % $r_{vp} = 0.87$ Tasa de Crecimiento Anual de la Població (para vehículos de pasajeros)
 REGION PIURA $r_{vc} = 3.23$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regior (para vehículos de carga)

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	401	401	406	410	416	420	425	431	436	442	448	453	458	467	471	478	484	491	497	503	510
Automovil	253.00	253.00	255.00	257.00	260.00	262.00	264.00	267.00	269.00	271.00	274.00	276.00	278.00	281.00	283.00	286.00	288.00	291.00	293.00	296.00	298.00
STATION WAGON	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
PICK UP	79.00	79.00	80.00	80.00	81.00	82.00	82.00	83.00	84.00	85.00	85.00	86.00	87.00	88.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	92.00	93.00
PANEL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rural Combi	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Omnibus 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Omnibus 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	25.00	25.00	26.00	27.00	28.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	37.00	38.00	39.00	40.00	42.00	43.00	44.00	46.00
Camión 3E	32.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	38.00	39.00	40.00	41.00	43.00	44.00	45.00	47.00	48.00	50.00	52.00	53.00	55.00	57.00	59.00
Camión 4E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Semitraylers 2S1/2S2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Semitraylers 2S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Semitraylers 3S1/3S2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Semitraylers >= 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trayler 2T2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trayler 2T3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trayler 3T2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trayler >= 3T3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaborado por los investigadores

ELABORACIÓN INFORME TOPOGRAFICO



I. INTRODUCCIÓN

La topografía comprende la observación de datos de campo a detalle que servirán para definir y calcular el eje del trazo definitivo, así como el levantamiento topográfico con la precisión deseada para obtener la planimetría del diseño definitivo.

Comprende un conjunto de actividades de actividades como la georreferenciación, trazo de la poligonal definitiva, replanteo de los PI's y BM's, seccionamiento, nivelación y estacado. Además, se han levantado algunas áreas de interés para el proyecto, definidas para canteras y depósitos de material excedente, accesos e intersecciones, entre otros.

II. UBICACIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

2.1. UBICACIÓN

El proyecto denominado “Diseño estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. 2021”.se localiza en:

Tabla 8 ubicación del proyecto

Región	Piura
Provincia	Ayabaca
Distrito	Pacaipampa, Frías
Localidades	“San Luis, Tulman,”
Elevación	1825 – 3287.50 msnm
Coordenadas de Inicio	PUNTO INICIAL, en PI-706 Progr. 00+000, San Luis S : 09453904.000 E : 0646951.000 h : 1825 msnm
Coordenadas de Termino	PUNTO FINAL, en PI-717 Progr. 3+300, puente Tulman S : 09454545.65 E : 0645068.78 H : 1585 msnm

Figura 10 mapa político del Perú



Figura 11 Mapa del departamento de Piura

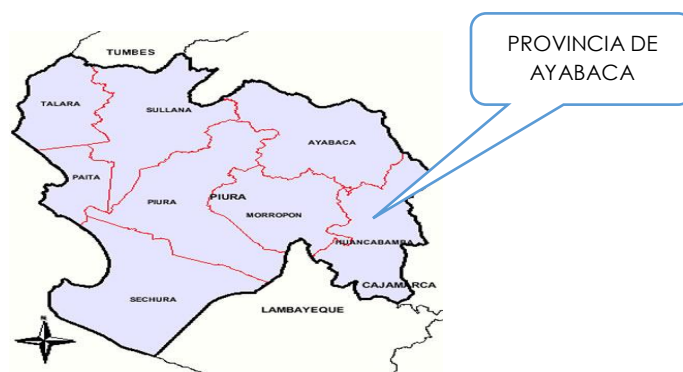
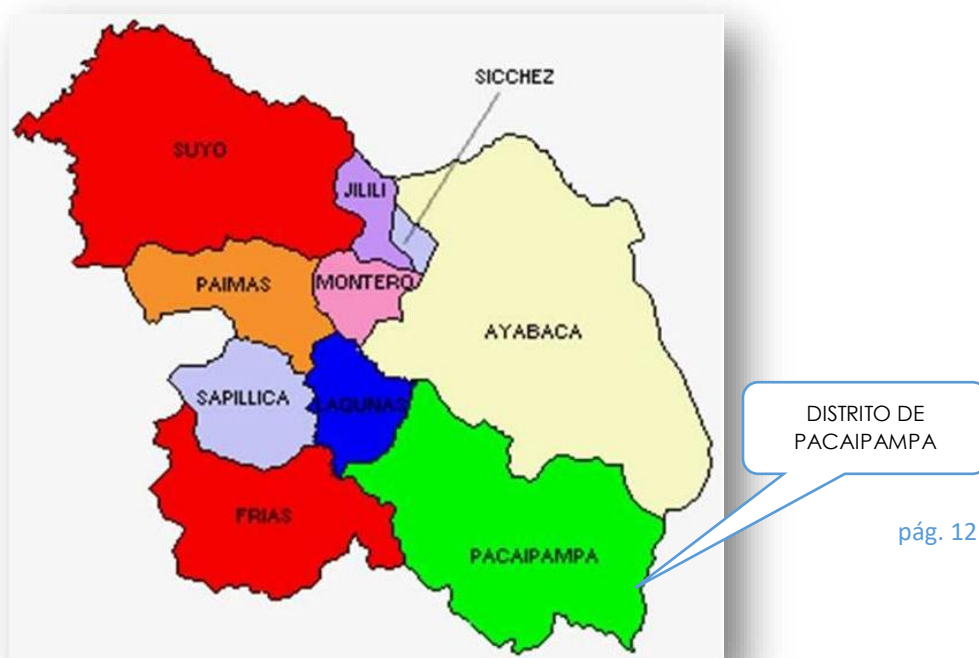


Figura 12 Mapa de la provincia de Ayabaca



A continuación, se muestra el trazo del camino vecinal según DECRETO SUPREMO N.º 011-2016-MTC, del 23.JUL.2016, dispositivo legal que aprueba la actualización del Clasificador de Rutas del SINAC, la Ruta de este camino vecinal; comprende parte de las Trayectorias de Dos Rutas Vecinales: PI-706 - TRAMO - SAN LUIS – TULMÁN DISTRITO DE PACAIPAMPA Y FRÍAS, de acuerdo al clasificador de rutas del MTC, Vigente

Figura 13 trazo del camino vecinal

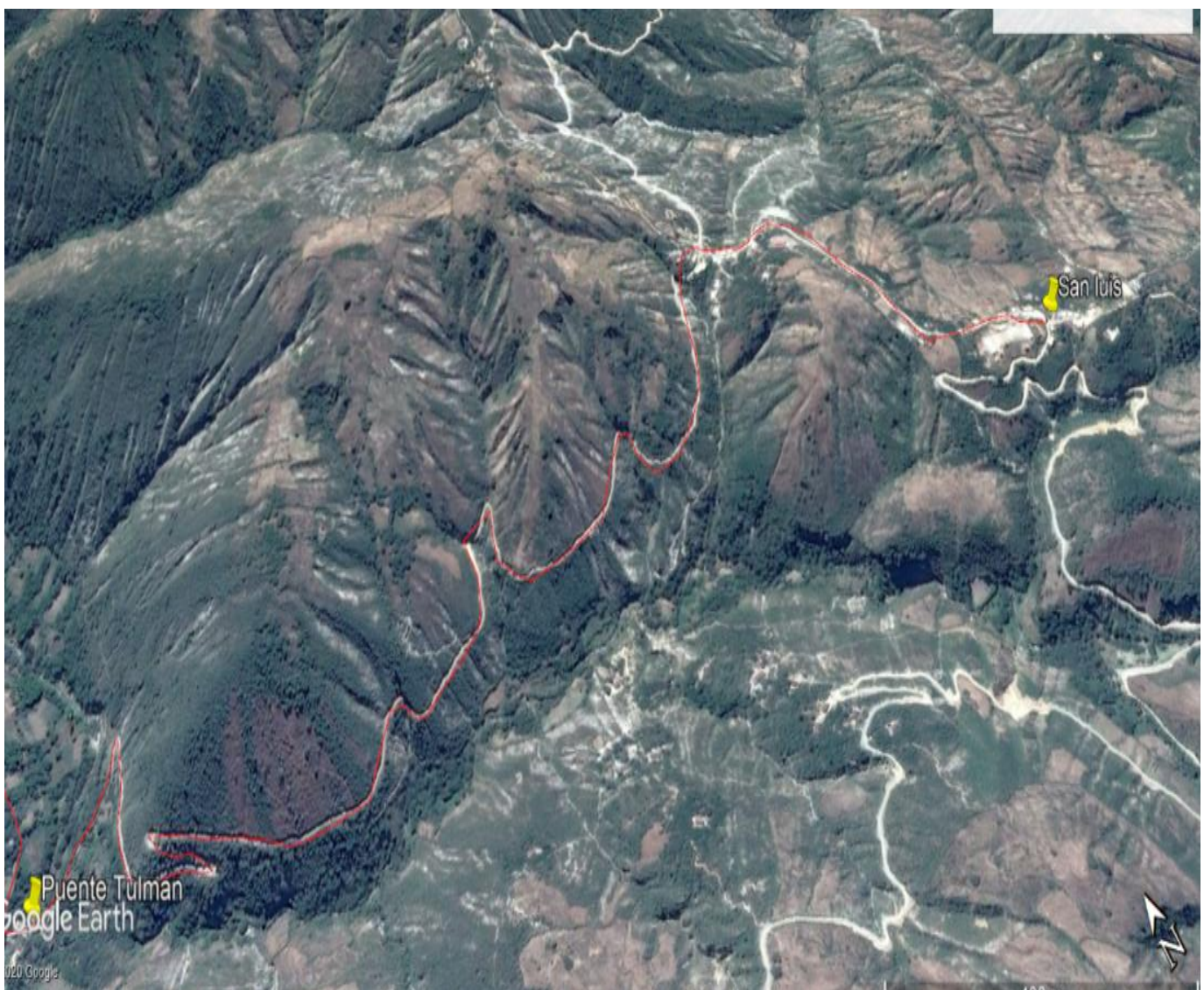


Figura 11.- Características de la vía

PROPIEDADES	TRAMO
Carretera	Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. 2020
Longitud total	3+300
IMDA	86
Orografía	Escarpado
Velocidad de diseño	30.00 km/hr
Alineamiento Horizontal	
Radio Mínimo	30
Radio Excepcional	Radios excepcionales (R< 30)
Alineamiento Vertical	
Pendiente Mínima	0.50%
Pendiente Máxima	10.00%
Pendiente Máxima Excepcional	12.00%
Secciones Transversales	
Numero de carriles	1
Ancho de Plataforma	Varia el ancho, ancho mínimo 5.50m y máximo 6.50m
Ancho de Calzada	Varia entre 5.50m y 6.50m
Ancho de Berma	Sin bermas
Plazonetas	cada 500m
Bombeo	3.00%
Peralte Máximo	8%
Talud de relleno	1:1.5 (V:h)

2.2. ACCESO

Para acceder al tramo a intervenir, sigue la ruta que se describe a continuación:

Tabla 9 Accesibilidad

Tramos	Tipo de Vía	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo empleado (Hrs.)	Frecuencia de desplazamiento
Piura – Km 65	Carretera Asfaltada	Vehículo Motorizado	65.0	1.00	Diaria
Km 65 – Morropón	Carretera Asfaltada	Vehículo Motorizado	21.0	0.40	Diaria
Morropón – Pacaipampa	Carretera Afirmada	Vehículo Motorizado	82.3	2.5	Diaria

Fuente: Elaborado por los investigadores.

En promedio desde la ciudad de Piura se recorre una longitud de 168.30 Km. en un tiempo de 3.9 horas.

III. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar la topografía respectiva para la realización del proyecto “*Diseño estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. 2021*”, la cual nos permitirá la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para la representación fidedigna de un determinado sector del terreno.

3.2. ALCANCES

- ✓ Identificar la situación actual del terreno
- ✓ Realizar los trabajos de campo de georreferenciación, estacado, levantamiento topográfico y nivelación, que permitan elaborar los planos topográficos a detalle como planos de planta y perfil, secciones transversales,
- ✓ Nivelación geométrica de los BM’s monumentados.
- ✓ Determinar las coordenadas UTM-WGS 84 Zona 17S.

IV. ANTECEDENTES

Como antecedentes para la realización del trabajo topográfico es la georreferenciación del proyecto denominado “*Diseño de estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 -*

3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. 2021". Donde se obtuvo la información siguiente:

- ✓ Data de la estación de rastreo permanente Piura del Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- ✓ Data tomada por los GPS diferenciales del consultor

En dicho estudio se obtuvieron resultados que muestran las coordenadas y factores de escala obtenidos para los puntos geodésicos del tramo en estudio.

V. **METODOLOGÍA**

La metodología para desarrollar el levantamiento topográfico, se inicia a partir de los datos geodésicos de los GPS diferenciales mencionados anteriormente en los antecedentes, con vértices y alineamientos concordantes con el trazo de la vía y teniendo en cuenta un ancho de plataforma a nivel de sub rasante.

La materialización de dichos puntos de inflexión (PIs) y de paso, se realizó con concreto y mediante la colocación de hitos de concreto, las cuales han sido pintadas con color rojo para facilitar su rápida ubicación durante el replanteo de obra.

Las mediciones de los ángulos horizontales fueron realizadas con **ESTACIÓN TOTAL**, leídos en sentido horario en cada uno de los puntos de intersección de las tangentes (PI), con doble lectura, así como en los levantamientos topográficos de detalles necesarios para el proyecto. Se ha utilizado el NIVEL DE INGENIERO para el cálculo de cotas en cada una progresivas. Adicionalmente una Wincha de 50 m.

La metodología adoptada para el cumplimiento de los objetivos antes descritos es la siguiente:

- ✓ Desplazamiento de la brigada de topografía a la zona en estudio en coordinación con el especialista a cargo.
- ✓ Reconocimiento de la zona en campo, verificando el área de trabajo, así como zonas críticas para su delimitación.

- ✓ Colocación de una Poligonal Básica de apoyo a lo largo del tramo.
- ✓ Levantamiento de detalle de los bordes de la plataforma actual de todo el tramo, así como los taludes inferior y superior, con el soporte de la Poligonal Básica de Apoyo, para afinar la locación del eje de trazo definitivo.
- ✓ Replanteo del Trazo Definitivo.
- ✓ Nivelación de las estacas del eje replanteado de ida y vuelta cada 500 m con nivel de ingeniero.
- ✓ Toma de secciones transversales en forma directa con estación total.
- ✓ Una vez terminado el trabajo en campo y replanteo topográfico se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software Autodesk (AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, etc.), elaborando planos topográficos de planta, perfil y secciones a escala adecuada.

5.1. Poligonal Básica

Se estableció la poligonal básica tratando de seguir, en la medida de lo posible, el eje existente, de tal manera que las estaciones establecidas permitan el levantamiento topográfico con un mínimo de estaciones auxiliares y/o poligonales. A continuación, se describe el procedimiento seguido:

- ✓ En primer lugar, se estudió la zona objeto del trabajo para organizar adecuadamente todo el trabajo y para lograr la mayor eficiencia en el levantamiento.
- ✓ Se determinó el levantamiento de una poligonal abierta con PUNTO DE CONTROL cada 1 km.
- ✓ Una vez analizada la zona, se procedió a establecer la ubicación de todas las estaciones desde las que había que medir, mediante unas radiaciones, la totalidad de los puntos a levantar. La localización de todas las estaciones se estableció de tal manera de poder dirigir desde cada una de ellas, una visual recíproca, como mínimo, a otra estación.

- ✓ Se tomo como punto de referencia para el inicio de trabajo los GPS 01 georreferenciados monumentados, encontrándose cada 1 km.
- ✓ Estos GPS georreferenciados, de precisión milimétrica, se establecieron como PUNTO DE CONTROL.
- ✓ Las mediciones de coordenadas fueron realizadas con ESTACIÓN TOTAL.
- ✓ Procesamiento de la data de campo y compensación de la poligonal abierta con punto de control.
- ✓ Se verifico error lineal de cierre para topografía de gran precisión.

5.2. **Poligonales Auxiliares**

Debido a la morfología favorable del terreno ya la correcta ubicación de las estaciones de la poligonal básica no fue necesario el establecimiento de poligonales auxiliares.

5.3. **Trazo y Replanteo del Eje**

El trazo del eje incluye el levantamiento del eje y de toda la franja de la carretera, lo cual incluye lo siguiente:

- ✓ Levantamiento de detalle de los bordes de la plataforma actual de todo el tramo, así como los taludes inferior y superior, con el soporte de la Poligonal Básica de Apoyo, para afinar la locación del eje de trazo definitivo.
- ✓ Trazo de la carretera con estacado de curvas (10 m) y tangentes (20 m).
- ✓ Replanteo del trazo definitivo (posteriormente al diseño geométrico).
- ✓ Toma de secciones transversales en forma directa con estación total.
- ✓ Una vez terminado el trabajo en campo y replanteo topográfico se procedió al procesamiento en gabinete de

la información topográfica en el software Autodesk (AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, etc.) elaborando planos topográficos de planta, perfil y secciones a escala adecuadas.

5.4. Nivelación del Eje

Para la nivelación del eje en primer lugar se colocaron BM's monumentados de 40 x 40 x 40 cm de concreto simple, debidamente numerados y pintados.

Se ha utilizado el NIVEL DE INGENIERO para el cálculo de cotas en cada una de progresivas. Adicionalmente, para las mediciones de las longitudes se usó, complementariamente una wincha de 50.00 m.

Se realizó el método de nivelación cerrada del eje replanteado de ida y vuelta cada 500 m con nivel de ingeniero.

El error máximo establecido corresponde a: $EM=0.004*RAÍZ(LT)$. Topografía de gran precisión.

Dónde: LT=distancia total en KM

Tabla 10 Puntos de BM'S

PUNTOS DE BM`S				
PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	CODIGO
1	9453915.776	646959.698	1825.682	BM – 01
2	9454303.864	646705.304	1802.334	BM – 02
3	9454366 .644	646396.527	1771.750	BM – 03
4	9454273.892	646057.185	1747.245	BM – 04
5	9454264.392	645740.933	1718.65	BM – 05
6	9454417.082	645336.501	1672.263	BM – 06
7	9454533.963	645247.204	1619.800	BM - 07

5.5. Secciones Transversales

Se llevó a cabo el levantamiento de SECCIONES TRANSVERSALES con ESTACIÓN TOTAL de las estacas ubicadas cada 20 m en tangente y cada 10 en curvas, y donde fuese necesario para la localización de accidentes importantes como quebradas para ubicar posteriormente las obras de arte (alcantarillas y badenes).

VI. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

6.1. Trabajo de Campo

- ✓ En primer lugar, se estudia la zona objeto del trabajo para organizar adecuadamente todo el trabajo que se ha de realizar en el tiempo adecuado. Posteriormente, se confecciona un plan de trabajo que al final de las diferentes fases dará como resultado el conjunto de los datos de campo imprescindibles para disponer de Los valores numéricos necesarios para la confección de cualquier cartografía. Cabe mencionar que para el mejor desempeño del trabajo se procedió a comenzar los trabajos desde PI-706 TRAMO SAN LUIS, HASTA EL PUENTE TULMAN. Una vez analizada la zona, se procede a establecer la ubicación de todas las estaciones desde las que hay que medir, mediante unas radiaciones desde la estación, la totalidad de los puntos. La localización de todas las estaciones será de tal manera que se podrá dirigir, desde cada una de ellas, una visual recíproca, como mínimo, a otra estación.
- ✓ Se realizó la colocación de los BM's Monumentados.
- ✓ Se tomó como punto de referencia para el inicio de trabajo el GPS 01 y GPS 02 georreferenciados monumentados; encontrándose cada 1 km 2 GPS georreferenciados.
- ✓ Una vez analizado el trabajo a realizar, se ha de señalar en el mismo terreno los puntos más adecuados para el trabajo. Las señales estarán constituidas por la ubicación estratégica de Puntos de Inflexión (PI) que posteriormente, quedarán reflejados en los cálculos y planos entregados con la documentación. Se tuvo cuidado siempre que los puntos escogidos sean fácilmente identificables en el terreno para una posterior utilización o comprobación de los datos facilitados.

Además, se procuró que los PI, cumplan con las condiciones para el futuro procesamiento de los datos (elementos de curva).

- ✓ Una vez colocado los "PIs" se procedió a realizar la colocación de las progresivas a lo largo de la vía dejando estacas de madera cada 20 metros en tramos rectos y cada 10 metros en las curvas, para ello se utilizó winchas de 50 metros de longitud y estacas con las determinadas progresivas ubicadas en lugares estratégicos para evitar su extracción.
- ✓ Finalmente se procesó la información tomada por las estaciones totales.

En resumen, para la materialización del trazo se realizaron las siguientes actividades:

a) Planimetría

- ✓ Colocación de hitos
- ✓ Levantamiento de la poligonal
- ✓ Trazo de carretera con estacado de curvas (10 m) y tangentes (20 m).

b) Altimetría

- ✓ Establecimiento y monumentación de BM's cada 500 metros aproximadamente.
- ✓ Nivelación Geométrica del estacado cada 20 m en cada una de las progresivas con error de cierre máximo admisible de 5 mm.
- ✓ Cálculos correspondientes.

c) Seccionamiento

- ✓ Secciones transversales en todas las estacas del trazo.
- ✓ Secciones de detalles en quebradas y zonas especiales.

6.2. Trabajo en Gabinete

Los trabajos de gabinete estuvieron orientados a determinar, a partir del levantamiento topográfico realizado, las coordenadas y cotas de los puntos principales. Procesando la información mediante el software computarizado llamado

AUTOCAD CIVIL 3D versión 2019. La secuencia de los trabajos fue la siguiente:

- ✓ La obtención de la información se realizó mediante el software de la Estación Total, el cual exporto el archivo necesario para realizar los trabajos, como coordenadas UTM, y las cotas.
- ✓ Con los datos anteriores se procedió a ingresarlos en el Programa de Ingeniería AutoCAD CIVIL 3D, y en base a sus coordenadas y cotas se determina las curvas a nivel las secciones transversales del camino Vecinal.
- ✓ El siguiente paso es mejorar la presentación en láminas cada cierta distancia mostrando así plantas, perfiles y secciones transversales.
- ✓ Como punto final solo queda plotear los planos a escala indicada y elaborar el presente Estudio Topográfico.

6.2.1. Recursos Utilizados

Los recursos utilizados para la topografía del siguiente trabajo fueron:

6.2.2. Personal

Tabla 11 Personal de trabajo de campo

PERSONAL DE TRABAJO DE CAMPO	CANTIDAD
Ingeniero de Campo	01
Técnicos en Topografía	03
Ayudantes o Primeros	15
Peones Limpieza de Terreno (Chaleo)	06
Peones para Realización de Estacas	02
Peones para Winchas	06
Peones para Construcción de Hitos	05
Choferes de Movilidad	02
Cadistas	04
Personal Doblador de Planos	01

6.2.3. Materiales y Equipos

Tabla 12 Equipos y materiales de campo

EQUIPOS Y MATERIALES DE CAMPO	CANTIDAD
Estación Total Marca Top Con	03
Nivel de Ingeniero	03
Primas	15
Bastón o Porta Prismas	15
Wincha de 20 m, 30 m, 50 m	03
Pintura (Galones entre Rojo y Blanco)	10
Libreta de Campo	20
Pinceles	10
Brochas	10
Tinner (gls)	10
Clavos (Kg)	10
Cemento (bls)	10
Agregados (Hormigón) (m3)	01
Computadora o Laptop	05
Plóter	01
Impresora	03
Archivadores	30
Rollo de Papel para Plotter (Und)	10
Papel Bond (Millar)	10

6.3. **Data Topográfica**
Tabla 13 Data topográfica

ELEMENTOS DE CURVAS											
CURVA	RADIO	LONG.DE CURVA	TANGENTE	EXTERNA	DEFLEXION	PC	PI	PT	PC	PI	PT
PI 1	32.18	14.34	7.29	0.82	154°28'33"	0+008.28	0+015.56	0+022.61	E-646952.174,N-9453915.324	E-646949.904,N-9453922.250	E-646944.871,N-9453927.522
PI 2	55.10	24.51	12.46	1.39	154°30'52"	0+044.93	0+057.39	0+069.44	E-646929.295,N-9453943.502	E-646920.819,N-9453952.637	E-646909.239,N-9453957.235
PI 3	55.72	11.97	6.01	0.32	167°41'27"	0+106.94	0+112.94	0+118.91	E-646874.736,N-9453971.926	E-646869.238,N-9453974.350	E-646863.350,N-9453975.547
PI 4	43.06	9.05	4.54	0.24	167°57'32"	0+139.29	0+143.83	0+148.34	E-646843.430,N-9453979.862	E-646838.995,N-9453980.841	E-646834.862,N-9453982.724
PI 5	40.40	18.09	9.20	1.03	154°21'01"	0+201.75	0+210.94	0+219.83	E-646786.396,N-9454005.164	E-646778.034,N-9454008.994	E-646772.154,N-9454016.065
PI 6	26.80	16.23	8.37	1.28	145°18'42"	0+247.09	0+255.46	0+263.32	E-646754.756,N-9454037.050	E-646749.243,N-9454043.348	E-646748.295,N-9454051.664
PI 7	225.55	13.30	6.65	0.10	176°37'21"	0+304.61	0+311.26	0+317.91	E-646742.129,N-9454092.496	E-646741.084,N-9454099.063	E-646739.654,N-9454105.557
PI 8	41.10	18.19	9.25	1.03	154°38'40"	0+331.90	0+341.15	0+350.09	E-646736.533,N-9454119.200	E-646734.392,N-9454128.195	E-646736.309,N-9454137.239
PI 9	51.12	18.51	9.36	0.85	159°15'31"	0+373.82	0+383.18	0+392.33	E-646741.236,N-9454160.454	E-646743.193,N-9454169.602	E-646741.784,N-9454178.851
PI 10	46.75	14.59	7.36	0.58	162°06'54"	0+408.94	0+416.30	0+423.53	E-646739.241,N-9454195.265	E-646737.871,N-9454202.492	E-646734.348,N-9454208.950
PI 11	17.92	12.28	6.39	1.11	140°44'08"	0+432.02	0+438.41	0+444.30	E-646730.028,N-9454216.256	E-646726.651,N-9454221.684	E-646727.473,N-9454228.023
PI 12	25.27	15.89	8.22	1.30	143°58'33"	0+452.32	0+460.54	0+468.21	E-646728.239,N-9454236.006	E-646729.365,N-9454244.145	E-646725.490,N-9454251.390
PI 13	21.04	10.12	5.16	0.62	152°26'03"	0+468.21	0+473.37	0+478.33	E-646725.490,N-9454251.390	E-646723.521,N-9454256.161	E-646719.568,N-9454259.479
PI 14	11.56	7.26	3.76	0.59	144°00'14"	0+483.56	0+487.31	0+490.82	E-646715.743,N-9454263.044	E-646713.235,N-9454265.840	E-646712.850,N-9454269.576
PI 15	54.63	12.51	6.28	0.36	166°52'32"	0+497.49	0+505.77	0+510.00	E-646712.430,N-9454276.231	E-646712.393,N-9454282.515	E-646713.783,N-9454288.643
PI 16	21.50	14.22	7.38	1.23	142°06'22"	0+510.00	0+517.38	0+524.22	E-646713.783,N-9454288.643	E-646715.502,N-9454295.821	E-646712.450,N-9454302.541
PI 17	71.21	5.19	2.60	0.05	175°49'30"	0+529.88	0+532.48	0+535.07	E-646709.914,N-9454307.599	E-646708.783,N-9454309.935	E-646707.826,N-9454312.347
PI 18	32.34	12.00	6.07	0.56	158°44'10"	0+553.18	0+559.25	0+565.18	E-646701.370,N-9454329.267	E-646699.193,N-9454334.934	E-646699.219,N-9454341.005
PI 19	45.06	15.66	7.91	0.69	160°04'57"	0+584.32	0+592.23	0+599.98	E-646699.190,N-9454360.144	E-646699.133,N-9454368.056	E-646696.384,N-9454375.475
PI 20	23.92	13.87	7.13	1.04	146°47'17"	0+623.50	0+630.63	0+637.36	E-646688.149,N-9454397.498	E-646685.321,N-9454404.047	E-646679.368,N-9454407.978

ELEMENTOS DE CURVAS

CURVA	RADIO	LONG. DE CURVA	TANGENTE	EXTERNA	DEFLEXION	PC	PI	PT	PC	PI	PT
PI 21	18.76	18.67	10.19	2.59	122°59'15"	0+646.05	0+656.24	0+664.71	E-646671.758,N-9454412.165	E-646662.910,N-9454417.216	E-646653.856,N-9454412.544
PI 22	53.15	10.82	5.43	0.28	168°20'24"	0+677.33	0+682.76	0+688.15	E-646642.717,N-9454406.614	E-646637.968,N-9454403.988	E-646632.786,N-9454402.376
PI 23	29.00	21.85	11.47	2.19	136°50'14"	0+699.02	0+710.49	0+720.86	E-646622.458,N-9454398.995	E-646611.529,N-9454395.512	E-646601.174,N-9454400.448
PI 24	132.60	7.58	3.79	0.05	176°43'25"	0+744.67	0+748.46	0+752.25	E-646579.132,N-9454409.382	E-646575.582,N-9454410.715	E-646572.114,N-9454412.249
PI 25	25.45	10.80	5.48	0.58	155°41'10"	0+762.85	0+768.33	0+773.65	E-646562.309,N-9454416.266	E-646557.211,N-9454418.282	E-646553.394,N-9454422.219
PI 26	29.00	26.51	14.26	3.32	127°57'33"	0+788.09	0+802.35	0+814.60	E-646543.322,N-9454432.577	E-646533.306,N-9454442.729	E-646519.150,N-9454440.994
PI 27	12.77	10.88	5.80	1.25	131°10'28"	0+858.00	0+863.79	0+868.88	E-646476.190,N-9454434.860	E-646470.484,N-9454433.839	E-646465.959,N-9454437.461
PI 28	10.00	21.44	18.36	10.90	57°09'42"	0+892.85	0+911.20	0+914.29	E-646446.781,N-9454451.837	E-646432.213,N-9454463.004	E-646430.730,N-9454444.708
PI 29	14.27	11.94	6.35	1.35	132°03'00"	0+922.36	0+928.71	0+934.30	E-646429.944,N-9454436.673	E-646429.782,N-9454430.329	E-646424.963,N-9454426.201
PI 30	12.44	8.29	4.31	0.72	141°48'46"	0+934.30	0+938.61	0+942.59	E-646424.963,N-9454426.201	E-646421.782,N-9454423.298	E-646421.076,N-9454419.050
PI 31	28.47	16.98	8.75	1.32	145°49'07"	0+957.04	0+965.80	0+974.03	E-646418.339,N-9454404.862	E-646416.671,N-9454396.269	E-646410.465,N-9454390.097
PI 32	13.90	14.63	8.07	2.17	119°41'58"	0+974.03	0+982.10	0+988.66	E-646410.465,N-9454390.097	E-646404.469,N-9454384.689	E-646406.196,N-9454376.802
PI 33	43.62	19.73	10.04	1.14	154°05'21"	0+988.66	0+998.69	1+008.38	E-646406.196,N-9454376.802	E-646408.452,N-9454367.024	E-646406.208,N-9454357.243
PI 34	93.82	25.03	12.59	0.84	164°42'45"	1+008.38	1+020.98	1+033.42	E-646406.208,N-9454357.243	E-646402.248,N-9454345.290	E-646395.278,N-9454334.805
PI 35	75.03	23.46	11.83	0.93	162°05'06"	1+033.42	1+045.24	1+056.88	E-646395.278,N-9454334.805	E-646388.367,N-9454325.208	E-646384.743,N-9454313.950
PI 36	70.45	22.10	11.14	0.88	162°01'46"	1+056.88	1+068.02	1+078.97	E-646384.743,N-9454313.950	E-646381.302,N-9454303.356	E-646374.759,N-9454294.340
PI 37	26.44	17.62	9.15	1.54	141°48'32"	1+100.95	1+110.11	1+118.58	E-646361.886,N-9454276.525	E-646356.621,N-9454269.038	E-646347.853,N-9454266.409
PI 38	29.86	16.98	8.73	1.25	147°25'03"	1+118.58	1+127.30	1+135.56	E-646347.853,N-9454266.409	E-646339.537,N-9454263.762	E-646333.955,N-9454257.054
PI 39	12.08	10.73	5.75	1.30	129°06'28"	1+144.71	1+150.46	1+155.44	E-646328.312,N-9454249.846	E-646324.777,N-9454245.314	E-646319.030,N-9454245.197
PI 40	85.73	17.73	8.90	0.46	168°09'05"	1+171.32	1+180.22	1+189.05	E-646303.166,N-9454244.518	E-646294.281,N-9454244.077	E-646285.676,N-9454241.822

ELEMENTOS DE CURVAS

CURVA	RADIO	LONG.DE CURVA	TANGENTE	EXTERNA	DEFLEXION	PC	PI	PT	PC	PI	PT
PI 41	45.95	8.56	4.29	0.20	169°19'58"	1+198.36	1+202.65	1+206.91	E-646276.658,N-9454239.514	E-646272.502,N-9454238.447	E-646268.221,N-9454238.169
PI 42	23.12	13.74	7.08	1.06	145°56'39"	1+215.10	1+222.18	1+228.84	E-646260.056,N-9454237.641	E-646252.998,N-9454237.069	E-646246.831,N-9454240.547
PI 43	20.16	12.12	6.25	0.95	145°34'06"	1+255.15	1+261.39	1+267.26	E-646223.798,N-9454253.258	E-646218.278,N-9454256.182	E-646215.378,N-9454261.715
PI 44	31.00	15.99	8.18	1.06	150°26'39"	1+278.71	1+286.89	1+294.70	E-646209.748,N-9454271.683	E-646205.750,N-9454278.818	E-646205.792,N-9454286.995
PI 45	20.50	22.22	12.34	3.43	117°53'34"	1+302.16	1+314.50	1+324.38	E-646205.947,N-9454294.449	E-646206.298,N-9454306.788	E-646195.557,N-9454312.871
PI 46	13.36	20.62	12.99	5.28	91°35'16"	1+332.13	1+345.12	1+352.75	E-646188.937,N-9454316.907	E-646178.067,N-9454324.027	E-646170.648,N-9454313.358
PI 47	28.84	11.14	5.64	0.55	157°51'54"	1+404.95	1+410.59	1+416.09	E-646139.961,N-9454271.124	E-646136.666,N-9454266.544	E-646131.888,N-9454263.543
PI 48	17.93	10.65	5.49	0.82	145°58'33"	1+431.86	1+437.35	1+442.51	E-646118.380,N-9454255.412	E-646113.732,N-9454252.498	E-646108.249,N-9454252.685
PI 49	139.89	10.83	5.42	0.10	175°33'47"	1+468.01	1+473.43	1+478.84	E-646082.767,N-9454253.607	E-646077.352,N-9454253.794	E-646071.938,N-9454253.561
PI 50	104.37	40.63	20.57	2.01	157°41'48"	1+521.73	1+542.31	1+562.36	E-646029.086,N-9454251.689	E-646008.518,N-9454251.163	E-645989.289,N-9454258.481
PI 51	1685.72	12.39	6.20	0.01	179°34'44"	1+581.68	1+587.88	1+594.08	E-645971.357,N-9454265.680	E-645965.565,N-9454267.881	E-645959.757,N-9454270.039
PI 52	13.90	10.00	5.23	0.95	138°47'02"	1+617.62	1+622.85	1+627.62	E-645937.527,N-9454277.795	E-645932.584,N-9454279.494	E-645929.985,N-9454284.029
PI 53	47.70	36.18	19.01	3.65	136°32'44"	1+655.30	1+674.31	1+691.48	E-645915.873,N-9454307.842	E-645906.700,N-9454324.491	E-645911.491,N-9454342.885
PI 54	10.04	28.43	64.31	55.05	17°44'51"	1+727.90	1+792.20	1+756.33	E-645921.254,N-9454377.974	E-645938.175,N-9454440.014	E-645903.148,N-9454386.084
PI 55	12.90	13.38	7.36	1.95	120°33'29"	1+773.39	1+780.75	1+786.77	E-645893.291,N-9454372.162	E-645889.026,N-9454366.158	E-645881.688,N-9454366.779
PI 56	10.00	17.97	12.57	6.06	77°01'06"	1+796.01	1+808.57	1+813.98	E-645872.483,N-9454367.556	E-645839.983,N-9454368.861	E-645861.520,N-9454356.387
PI 57	28.35	18.21	9.43	1.53	143°12'21"	1+837.41	1+846.84	1+855.61	E-645864.329,N-9454333.131	E-645865.476,N-9454323.772	E-645860.789,N-9454315.590
PI 58	49.57	14.93	7.52	0.57	162°44'40"	1+863.88	1+871.40	1+878.81	E-645856.813,N-9454308.338	E-645853.123,N-9454301.784	E-645851.543,N-9454294.430
PI 59	14.10	18.09	10.53	3.50	106°28'42"	1+884.07	1+894.60	1+902.16	E-645850.450,N-9454289.290	E-645848.450,N-9454278.949	E-645837.966,N-9454277.932
PI 60	70.15	19.09	9.61	0.65	164°24'23"	1+948.16	1+957.77	1+967.25	E-645792.201,N-9454273.267	E-645782.639,N-9454272.348	E-645773.677,N-9454268.892

ELEMENTOS DE CURVAS

CURVA	RADIO	LONG. DE CURVA	TANGENTE	EXTERNA	DEFLEXION	PC	PI	PT	PC	PI	PT
PI 61	21.34	32.38	20.23	8.06	93°04'22"	2+025.22	2+045.45	2+057.60	E-645719.408,N-9454248.520	E-645700.654,N-9454240.946	E-645692.086,N-9454259.266
PI 62	20.75	27.26	16.00	5.45	104°43'53"	2+072.67	2+088.67	2+099.93	E-645685.505,N-9454272.825	E-645678.684,N-9454287.298	E-645662.953,N-9454284.381
PI 63	29.64	23.55	12.44	2.50	134°28'17"	2+111.45	2+123.89	2+135.00	E-645651.611,N-9454282.357	E-645639.326,N-9454280.413	E-645632.107,N-9454270.284
PI 64	54.83	71.89	42.17	14.34	104°52'24"	2+155.71	2+197.88	2+227.61	E-645620.536,N-9454253.106	E-645597.901,N-9454217.527	E-645557.704,N-9454230.270
PI 65	210.87	83.69	42.40	4.22	157°15'36"	2+292.73	2+335.13	2+376.42	E-645495.350,N-9454249.058	E-645454.738,N-9454261.251	E-645421.995,N-9454288.195
PI 66	104.68	18.24	9.14	0.40	170°01'08"	2+440.64	2+449.78	2+458.87	E-645373.032,N-9454329.747	E-645366.028,N-9454335.621	E-645360.148,N-9454342.620
PI 67	10.00	31.13	694.55	684.62	1°38'59"	2+581.97	3+276.51	2+613.09	E-645280.329,N-9454436.324	E-644746.690,N-9454880.875	E-645267.310,N-9454421.144
PI 68	10.00	32.14	276.47	286.65	4°08'35"	2+718.92	2+442.45	2+751.06	E-645343.153,N-9454347.339	E-645157.558,N-9454552.256	E-645327.864,N-9454334.466
PI 69	64.49	23.71	11.99	1.11	158°55'53"	2+790.19	2+802.18	2+813.90	E-645302.650,N-9454364.384	E-645294.889,N-9454373.526	E-645284.360,N-9454379.267
PI 70	57.56	63.55	35.45	10.04	116°44'21"	2+847.17	2+882.62	2+910.72	E-645255.059,N-9454395.018	E-645223.636,N-9454411.434	E-645224.159,N-9454446.884
PI 71	76.93	35.56	18.11	2.10	153°30'48"	2+943.70	2+961.80	2+979.26	E-645223.873,N-9454479.861	E-645223.422,N-9454497.961	E-645231.090,N-9454514.362
PI 72	10.00	29.71	116.63	107.06	9°48'04"	3+059.79	3+176.42	3+089.49	E-645265.257,N-9454587.280	E-645314.242,N-9454693.128	E-645247.953,N-9454597.164
PI 73	31.98	16.58	8.48	1.11	150°17'45"	3+103.64	3+112.12	3+120.22	E-645239.525,N-9454585.800	E-645234.625,N-9454578.879	E-645226.939,N-9454575.295
PI 74	116.19	14.39	7.21	0.22	172°54'09"	3+156.14	3+163.34	3+170.53	E-645194.668,N-9454559.526	E-645188.179,N-9454556.391	E-645181.354,N-9454554.083
PI 75	219.14	9.68	4.84	0.05	177°28'05"	3+175.97	3+180.81	3+185.65	E-645176.197,N-9454552.358	E-645171.634,N-9454550.737	E-645167.146,N-9454548.916
PI 76	40.81	22.45	11.52	1.59	148°28'30"	3+228.88	3+240.40	3+251.33	E-645127.436,N-9454531.845	E-645117.101,N-9454526.756	E-645110.953,N-9454517.015
PI 77	21.82	12.62	6.49	0.95	146°51'23"	3+251.33	3+257.82	3+263.95	E-645110.953,N-9454517.015	E-645108.180,N-9454511.144	E-645102.648,N-9454507.744
PI 78	16.58	19.43	11.00	3.32	112°51'16"	3+280.81	3+291.81	3+300.24	E-645088.582,N-9454498.458	E-645079.526,N-9454492.206	E-645070.248,N-9454498.123
PI 79	16.52	6.88	3.49	0.36	156°08'36"	3+344.42	3+347.91	3+351.30	E-645031.654,N-9454519.632	E-645028.604,N-9454521.329	E-645025.127,N-9454521.647
PI 80	27.11	10.67	5.41	0.53	157°26'36"	3+351.30	3+356.71	3+361.97	E-645025.127,N-9454521.647	E-645019.755,N-9454522.245	E-645015.023,N-9454524.858

Panel Fotográfico







INFORME DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

**“Diseño estructural vial para mejorar la
transitabilidad vehicular del tramo Km0+000
- 3+300 del pueblo San Luis al puente
Tulmán Piura. 2021”.**

1.0 ASPECTOS GENERALES

El presente Informe consigna los datos obtenidos en la investigación de campo y laboratorio, así mismo la interpretación y análisis de los datos obtenidos en la investigación con el fin de establecer conclusiones y recomendaciones oportunas que permitan definir la caracterización del área en el que se emplaza el trazo vial.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del estudio de suelos, es determinar las características físico-mecánicas de los materiales que conforman el terreno de fundación sobre el cual se construirá la nueva estructura de pavimento, definiendo el perfil estratigráfico del terreno, requerimiento de mejoramientos y/o estabilización de suelos y verificación de sus condiciones de estabilidad, para definir en base a todo ello en forma objetiva el valor relativo de soporte del terreno de fundación que permita diseñar una estructura de pavimento adecuada a dichas características.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- ✓ Determinar las características visuales- manual del perfil estratigráfico existente en el área.
- ✓ Determinar y caracterizar las propiedades físico – mecánicas, de los materiales que conforman el terreno de fundación sobre el cual se edificará el proyecto.
- ✓ Determinar la capacidad de soporte del suelo de Subrasante.
- ✓ Analizar de forma objetiva el valor relativo de la capacidad portante de carga que presenta el terreno de fundación, de manera que permita diseñar una estructura de edificación adecuada a las características del proyecto.
- ✓ Analizar y evaluar algún requerimiento de mejoramiento y/o estabilización de suelos a nivel de cimentación proyectada.
- ✓ Evaluar y Analizar la existencia de materiales adecuados dentro del radio del proyecto, que satisfagan las demandas de construcción del Proyecto en mención, tanto en la calidad como en cantidad.

1.3 UBICACIÓN Y ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

1.3.1 UBICACIÓN

“Diseño de estructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. 2021”

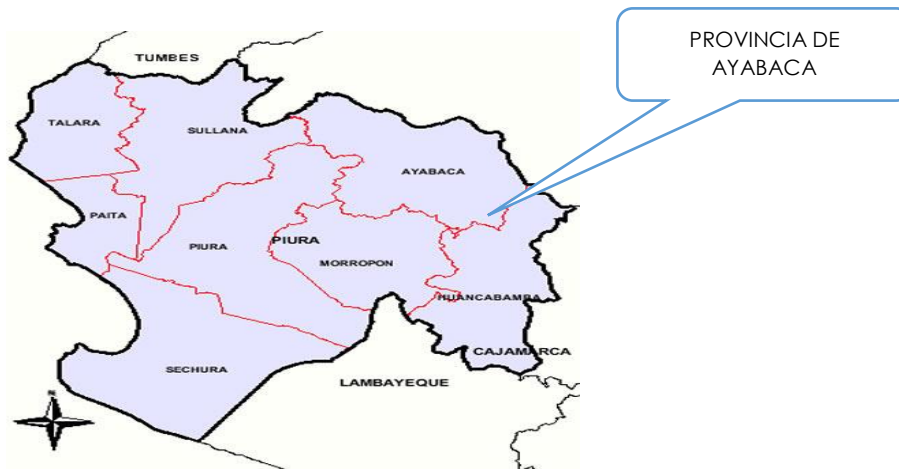
Ubicación Del Proyecto

Región	Piura
Provincia	Ayabaca
Distrito	Pacaipampa
Localidades	“San Luis, Tulman,”
Elevación	1825 – 3287.50 msnm
Coordenadas de Inicio	PUNTO INICIAL, en PI-706 Progr. 00+000, San Luis S : 09453904.000 E : 0646951.000 h : 1825 msnm
Coordenadas de Termino	PUNTO FINAL, en PI-717 Progr. 3+300, puente Tulman S : 09454545.65 E : 0645068.78 H : 1585 msnm

MAPA POLITICO DEL PERU



Mapa del departamento de Piura



MAPA PROVINCIAL DE AYABACA



1.3.2 ACCESO

Para acceder al tramo a intervenir, sigue la ruta que se describe a continuación:

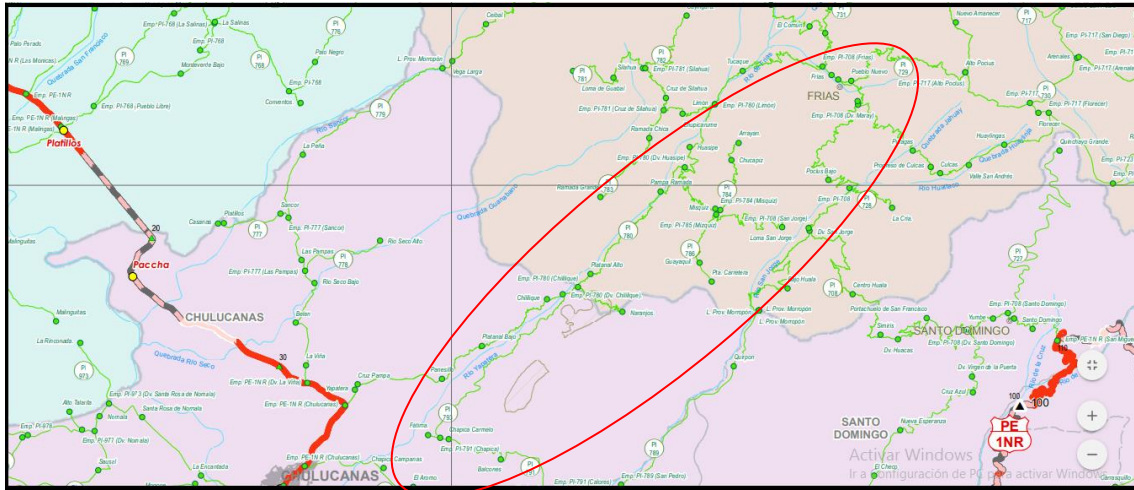
Tabla 14 Accesibilidad

Tramos	Tipo de Via	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo empleado (Hrs.)	Frecuencia de desplazamiento
Piura – Km 65	Carretera Asfaltada	Vehículo Motorizado	65.0	1.00	Diaria
Km 65 – Morropón	Carretera Asfaltada	Vehículo Motorizado	21.0	0.40	Diaria
Morropón – Pacaipampa	Carretera Afirmada	Vehículo Motorizado	82.3	2.5	Diaria

Fuente: Elaborado por los Investigadores

En promedio desde la ciudad de Piura se recorre una longitud de 168.30 Km. en un tiempo de 3.9 horas.

ubicación del área del proyecto



Fuente: Mapa Vial de Piura 2017.

1.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA

La zona de estudio presenta un clima de trópico-seco en las partes bajas. En el invierno las temperaturas oscilan entre los 17°C y los 27 C°. Los veranos son más húmedos y reciben fuertes temperaturas que pueden sobre pasar los 38 C° entre los meses de enero, febrero y marzo. En los valles altos ubicados entre 1.500-2.000 m las temperaturas y el clima es más húmedo y tropical de estilo selva alta pero mantienen temperaturas menores en verano.

En la parte alta presenta un clima Sub Húmedo desarrollando un bioclima temperado a húmedo (la cantidad de lluvias es menor de la cantidad de agua que se pierde por evaporación y transpiración, pero es mayor de la mitad de esta), donde la temperatura máxima media de 21°C y la temperatura media 15°C, con una precipitación pluvial anual entre 1200 y 1300 mm. El período lluvioso se presenta una media a mayor intensidad entre los meses desde febrero a mayo, siendo el más de mayor precipitación Marzo.

Las condiciones climáticas de las zonas varían cada cierto ciclo, especialmente cuando se produce el “fenómeno del niño”, en cuyo periodo las lluvias son intensas.

1.5 TÉCNICAS DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para la realización del presente estudio se ha seguido la siguiente metodología:

1.5.1 Recopilación de la Información:

- Recopilación de información, selección y evaluación de la información técnica y bibliografía disponible.
- Elaboración de información primaria

1.5.2 Trabajo de Campo:

- Observación y análisis de las condiciones geotécnicas.
- Ubicación y tomas de datos UTM de las calicatas.
- Investigaciones geotécnicas, calicatas.
- Descripción y muestreo de los suelos.

1.5.3 Trabajo de Laboratorio:

- Descripción de materiales suelos, teniendo en cuenta sus propiedades investigadas; motivo del presente trabajo.
- El instrumental utilizado define las propiedades físico-mecánicas de los suelos, campo propio de la mecánica de suelos respectivamente.

1.5.4 Trabajo de Gabinete: Comprendió dos fases:

- La recopilación de información, selección y evaluación de la información técnica y bibliografía disponible.
- Elaboración del informe Técnico.
- Interpretación de la Información obtenida y su evaluación.
- Conclusiones y Recomendaciones.

2.0 GEOLOGÍA

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio, regionalmente se encuentra comprendida dentro de la Carta geológica Nacional de Ingemmet, en el cuadrángulo 10d (Ayabaca) La conformación Geológica del área de estudio se encuentra en una zona cubierta en parte por una buena cantidad de terrenos considerados del precambriano y paleozoicos. Supra yaciendo a estas formaciones rocosas,

depósitos cuaternarios más recientes de naturaleza aluvial, fluvial y eólica

2.1.1 Estratigrafía Local

El área que corresponde al proyecto “**Diseño de estructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km 0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. 2021**”. De acuerdo al Mapa Geológico, se identificó en el área de Estudio un grupo litológico principal constituido por la formación:

Fm. Lancones (Kis-l); Mesozoico – Cretáceo

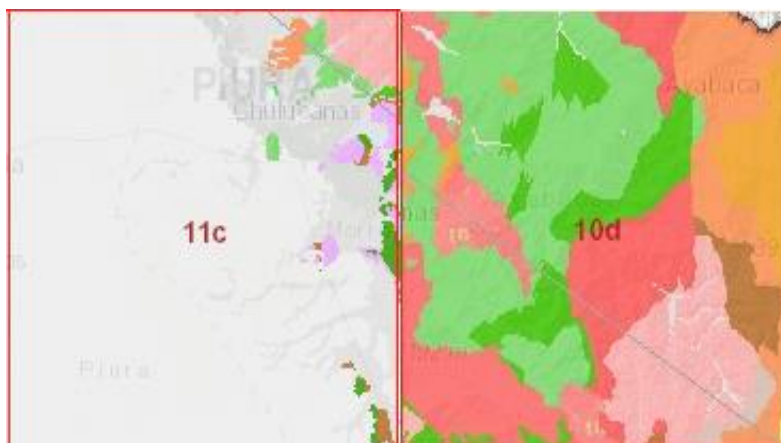
Acumulación volcánico sedimentaria, que se evidencia en la zona de estudio a través de una serie volcanoclástica, conformada por materiales volcánicos altamente masivos y litoclastos más gruesos; los piroclastos Andesíticos presentan marcada alteración por intemperismo lo cual ha propiciado a que superficialmente las rocas tengan un aspecto tobáceo, presenta ciertas cubiertas por oxidación hematita y limolita; se encuentran intercaladas con areniscas calcáreas, margas, calizas bituminosas, limolitas y grauvacas.

Grupo San Pedro, (Ki-sp)

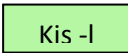
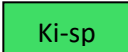
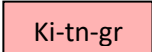
Secuencia clástico-volcánico que en gran parte infrayace al volcánico Lancones, se encuentra presente en áreas cercanas al área de influencia de la zona en estudio, presentándose como materiales del tipo areniscas limosas, tobáceas y/o lodolíticas de color oscuro con intercalación lenticular de Cherts bandeados, calizas y presencia nodular.

Rocas Intrusivas (KP-tn-qr) corresponden a la presencia de rocas de origen Ígneo Intrusivo, que de acuerdo a su composición mineralógica varían entre Tonalita y granito, por su edad geológica corresponden al Mesozoico-Cretácico

Figura 12.- ubicación geológica del trazo vial



Fuente: Ingemmet, carta Geológica 10d.

LEYENDA		Ptos. De investigación
Formación Lancones (Kis-l)		Calicatas
Grupo San Pedro (Ki-sp)		Roca Intrusiva Tonalita, Granito
		

2.2 GEODINÁMICA EXTERNA

Durante los trabajos de campo efectuados no se han detectado fenómenos de geodinámica externa reciente relacionados a cambios Geológicos Estructurales, como lo son levantamientos y/o hundimientos, ni desplazamientos de la formación volcánico-sedimentaria existente en la zona; sin embargo los procesos de Geodinámica externa presentes en el área de investigación se registran en interacción con la topografía y el clima, aunados a la presencia de Agentes Externos del tipo Pluvial, como lo es el período de lluvias intensas registradas en toda la Región durante los meses de Enero a Abril y de mayor implicancia en presencia del FEN, hechos en mención que originan procesos de deslizamiento, erosión e inundación de las zonas de activación de los afluentes naturales de la cuenca.

Por la forma del relieve en la zona, se menciona que los probables peligros asociados a su geomorfología principalmente corresponden a deslizamientos, Flujo de Detritos, movimientos complejos y grandes derrumbes.

2.3 GEODINÁMICA INTERNA

2.3.1 SISMICIDAD

El sector del Nor-Oeste de Perú se caracteriza por su actividad Neotectónica muy tenue, particularidad de la conformación geológica de la zona; sin embargo, los Tablazos marinos demuestran considerables movimientos radiales durante el Pleistoceno, donde cada tablazo está íntimamente relacionado a levantamientos de líneas

litorales, proceso que aún continúa en la actualidad por emergencia de costas.

Debido a la confluencia de las placas tectónicas de Cocos y Nazca, ambas que ejercen un empuje hacia el Continente, a la presencia de las Dorsales de Grijalvo y Sarmiento, a la presencia de la Falla activa de Huaypirá se pueden producir sismos de gran magnitud como se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 15 Sismos Históricos (MR > 7.2) DE LA REGION

Fecha	Magnitud Escala Richter	Hora Local	Lugar y Consecuencias
Jul. 09 1587	---	19:30	Sechura destruida, número de muertos no determinado
Feb. 01 1645	---	---	Daños moderados en Piura
Ago. 20 1657	---	---	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Jul. 24 1912	7,6		Parte de Piura destruido
Dic. 17 1963	7,7	12:31	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Dic. 07 1964	7,2	04:36	Algunos daños importantes en Piura, daños en Talara y Tumbes
Dic. 09 1970	7,6	23:34	Daños en Tumbes, Zorritos, Máncora y Talara.

2.3.2 RIESGO SÍSMICO

Se entiende por riesgo sísmico, la medida del daño que puede causar la actividad sísmica de una región en una determinada obra o conjunto de obras y personas que forman la unidad de riesgo.

El análisis del riesgo sísmico de la región en estudio define las probabilidades de ocurrencia de movimientos sísmicos en el emplazamiento así como la valoración de las consecuencias que tales temblores pueden tener en la unidad analizada.

La probabilidad de ocurrencia en un cierto intervalo de tiempo de un sismo con magnitud superior a M, cuyo epicentro esté en un cierto

diferencial de área de una zona sísmica que se considere como homogénea puede deducirse fácilmente si se supone que la generación de sismos es un proceso de Poisson en el tiempo cuya experiencia tiene la forma de la ecuación:

$$\text{LOG } N = a - bM$$

En este sentido, la evaluación del Riesgo Sísmico de la región en estudio ha sido estimada usando los criterios probabilísticos y determinísticos obtenidos en estudios de áreas con condiciones geológicas similares, casos de Tumbes, Chimbote y Bayovar. Si bien tanto el método probabilístico como determinístico tienen limitaciones por la insuficiencia de datos sísmicos, se obtiene criterios y resultados suficientes como para llegar a una evaluación aproximada del riesgo sísmico en esta parte de la región Piura.

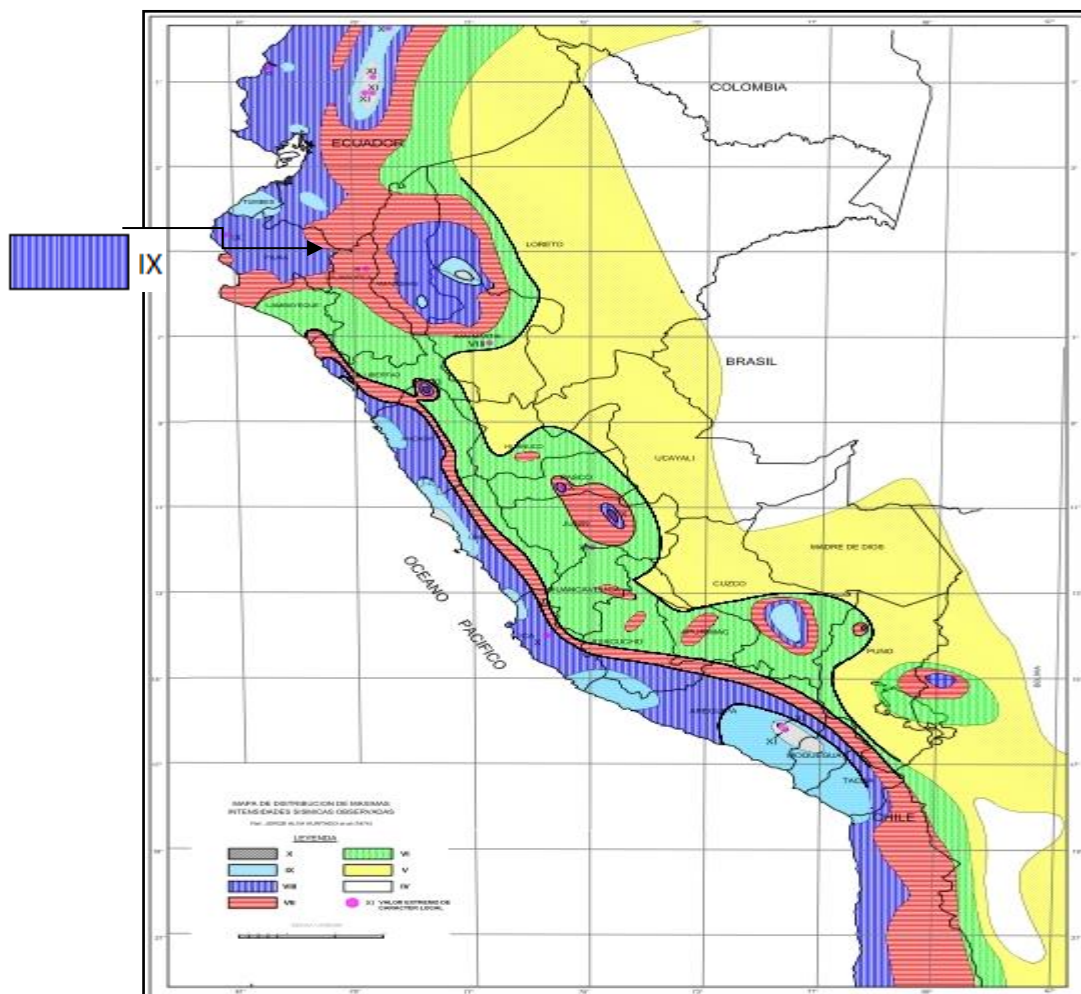
Según datos basados en el trabajo de CIASA-Lima (1971) usando una “lista histórica” se ha determinado una ley de recurrencia de acuerdo con Gutenberg y Richter, que se adapta “realísticamente” a las condiciones señaladas, es la siguiente:

$$\text{Log } N = 3.35 - 0,68m.$$

En principio, esta ley parece la más apropiada frente a otros, con la que es posible calcular la ocurrencia de un sismo $M \geq 8$ para periodos históricos. En función de los periodos medios de retorno determinados por la Ecuación 1, y atribuyendo a la estructura una vida operativa de 50 años, es recomendable elegir el terremoto correspondiente al periodo de 50 años, el cual corresponde a una magnitud $M_b = 7.5$. Para fines de cálculo se ha tomado también el de $M_b = 8$, correspondiente a un periodo de retorno de 125 años.

De acuerdo con Lomnitz (1974), la probabilidad de ocurrencia de un sismo de $M_b = 7.5$ es de 59% y la de un sismo de $M_b = 8$ es de 33%.

Figura 13.-Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú



Fuente: Alva Hurtado 1984, INDECI.

Así mismo es necesario mencionar que las limitaciones impuestas por la escasez de información sísmica en un período estadísticamente representativo, restringe el uso del método probabilístico y la escasez de datos tectónicos restringe el uso del método determinístico, no obstante un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones citadas, aporta criterios suficientes para llegar a una evaluación previa del riesgo sísmico en el Norte del Perú, J. F. Moreano S. (trabajo de Investigación docente UNP, 1994) establece la siguiente ecuación mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados y la ley de recurrencia:

$$\text{Log } n = 2.08472 - 0.51704 \pm 0.15432 M.$$

Una aproximación de la Probabilidad de Ocurrencia y el Período Medio de Retorno para Sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 Mb. se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 16 Probabilidad de ocurrencia y periodo medio de retorno de sismos de la región

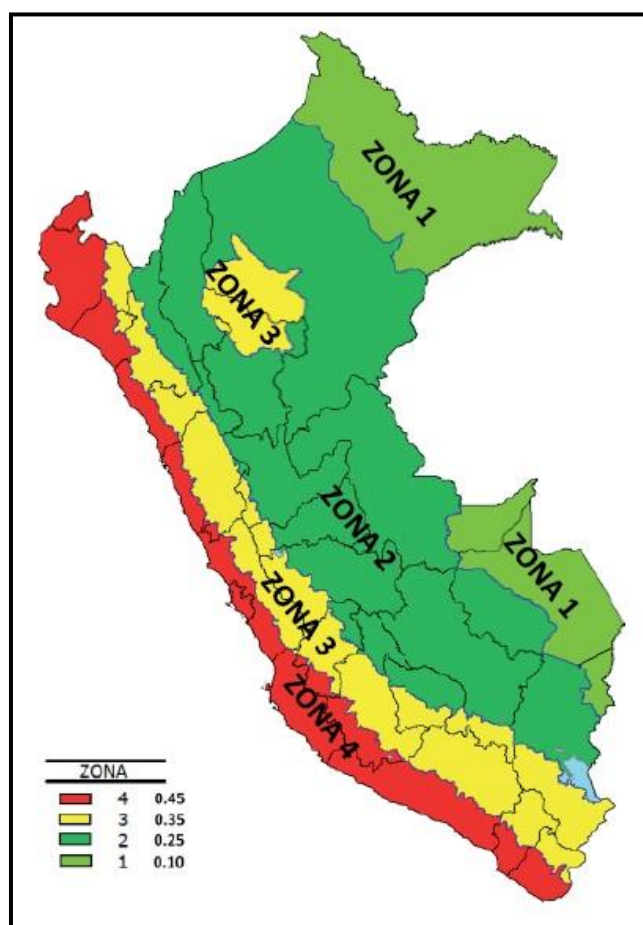
Magnitud	Probabilidad de Ocurrencia			Período medio de retorno (años)
	20 (años)	30 (años)	40 (años)	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

2.3.3 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO SISMO – RESISTENTE

De acuerdo al Mapa de Zonificación sísmica para el territorio peruano (Normas Técnicas de edificaciones E.030-2018, Diseño Sismo resistente), el área de estudio se ubica en la zona 04, cuyas características principales son:

1. Sismos de Magnitud VII MM.
2. Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX.
3. El mayor Peligro Sísmico de la Región está representado por 4 tipos de efectos, siguiendo el posible orden (Kusin,1978) :
 - Temblores Superficiales debajo del océano Pacífico.
 - Terremotos profundos con hipocentro debajo del Continente.
 - Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del plano oriental de la cordillera de los Andes occidentales.
 - Terremotos superficiales locales, relacionados con la Deflexión de Huancabamba y Huaypirá de actividad Neotectónica.

Figura 14.- mapa de zonificación sísmica



Fuente: NE.0.30, 2016.

El factor de reducción por ductilidad y amortiguamiento dependerá de las características de diseño planteadas por el ing° proyectista para el proyecto **“Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. 2020”**. Ello según el sistema de estructuración elegida para resistir la fuerza sísmica y además considerando los materiales que se usarán en la construcción de la edificación.

En la Norma Técnica de edificaciones E.030-2018 para Diseño Sismorresistente, se establecen los requisitos mínimos para el Diseño del Ingeniero calculista, siendo de consideración los sgtes. Parámetros del suelo en la zona de estudio.

Tabla 17 parámetros de la zona

Factores	Valores
Parámetros de zona	zona 4
Factor de zona	Z (g) = 0.45
Suelo Tipo	S – 3
Factor de Amplificación del suelo	S = 1.1
Periodo predominante de vibración Sísmico	Tp = 1.0 seg
Coeficiente del Factor de Ampliación Sísmica	C = 2.5
Factor de Uso o importancia de la estructura	U = 1.00

Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte V_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- d.1) Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT N_{60} menor que 15.
- d.2) Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- d.3) Cualquier perfil que no corresponda al tipo S₄ y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P_t mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u menor que 25 kPa.

3.0 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología empleada en el presente estudio es del tipo Técnica-Investigativa comprende básicamente tres etapas o fases de trabajo, siendo las siguientes: Recopilación de información, Trabajo de campo y trabajo de gabinete; las cuales se describen a continuación según el plan de trabajo desarrollado en cada una de las tres etapas antes indicadas.

3.1 TRABAJO DE CAMPO

Los trabajos de investigación de campo se efectuaron durante el mes de Septiembre del 2020; el espaciamiento de los trabajos de auscultación del terreno se realizó conforme a lo estipulado en la Sección Suelos y Pavimentos de la EG-2013, en tal sentido se realizaron 7 calicatas, de las cuales fueron para el estudio de la vía, de excavación manual a cielo abierto distanciadas entre sí aproximadamente cada 2 km., con el fin de obtener la mayor cantidad de información representativa, las calicatas (C) se identificaron y enumeraron correlativamente desde la C-1 hasta la C-7; la profundidad máxima de auscultación alcanzada en promedio fue de -1.50 m. o hasta encontrar la presencia de la Napa freática (**ver cuadro N°3**).

En cada una de las prospecciones (calicatas) se obtuvieron muestras disturbadas y no alteradas en cantidades necesarias y representativas para la ejecución de los Análisis de Laboratorio, las mismas que se identificaron y describieron de acuerdo a sus características con el fin de caracterizar y definir el perfil estratigráfico del área y sus propiedades físico-mecánicas y químicas tales como: Tipo de suelo, Estado de humedad, Plasticidad, Coloración, etc.; todo ello en concordancia con la nomenclatura establecida para tal fin en la norma ASTM D 2488 - 06 Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure), así mismo se registraron vistas fotográficas en cada una de las calicatas.

Cabe indicar que la información levantada en campo se digitalizó en formatos internos elaborados en el área LMS, especialmente para tal fin (registros de Exploración de calicatas) adjuntos en documentos Anexo A.

- a) En el siguiente Cuadro N°03- "Relación Detallada de Calicatas Ejecutadas y Muestras Extraídas", se consigna la sgte. Información:
- Número de Calicatas, Referencia de ubicación, Cantidad de muestras obtenidas por calicata, Profundidad (m), Ubicación UTM y Presencia del nivel Freático; ver a continuación:

Tabla 18 Relación Detallada De Calicatas Ejecutadas Y Muestras Extraídas

PROYECTO		"Diseño de estructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulumán Piura. 2021".		
Calicata	Lado	Muestras Obtenidas	Profundidad (m) A cielo abierto	Nivel Freático (m)
C - 1	Der.	S/M	0,00 - 0,20	NO
		M - 1	0,20 - 1,50	
C - 2	Izq.	S/M	0,00 - 0,30	NO
		M - 1	0,30 - 1,50	
C - 3	Der.	S/M	0,00 - 1,10	NO
		M - 1	1,10 - 1,50	
C - 4	Izq.	S/M	0,00 - 1,00	NO
		M - 1	1,00 - 1,50	
C - 5	Der.	S/M	0,00 - 0,20	NO
		M - 1	0,20 - 0,80	
		M - 2	0,80 - 1,50	
C - 6	Izq.	S/M	0,00 - 0,20	NO
		M - 1	0,20 - 0,35	
		M - 2	0,35 - 1,50	
C - 7	Izq.	S/M	0,00 - 0,25	NO
		M - 1	0,25 - 0,45	
		M - 2	0,45 - 1,50	
		M - 1	0,10 - 1,50	

*S/M (Sin Muestra Por Ser Suelo Contaminado)

3.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se realizaron por cada variación estratigráfica de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales (EM-2016-versión mayo). Los trabajos de laboratorio permitieron determinar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos a cada una de las muestras disturbadas y no alteradas, provenientes de cada una de las 24 calicatas ejecutadas, datos muy necesarios para el diseño estructural del pavimento.

En el siguiente Cuadro N°4: "Ensayos de Mecánica de Suelos", se presentan los diferentes ensayos a los que fueron sometidas las muestras representativas que se obtuvieron en los trabajos de campo, en tal sentido en el cuadro a continuación se describe el nombre del Ensayo, Uso, Método de clasificación utilizado y propósito del ensayo.

Tabla 19 Relación de ensayos de mecánica de suelos

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	ENSAYO NTP	METODO MTC	ENSAYO ASTM	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	339.128	E- 107	D422	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo
Contenido de Humedad	Clasificación	339.127	E- 108	D2216	Determinar el contenido de humedad del suelo.
Límite Líquido	Clasificación	339.129	E – 110	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico.
Límite Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Plásticos y semi sólidos.
Índice Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D 4318	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo

					está en un estado plástico.
Clasificación de Suelos	Clasificación	339.134		D 2467	Determinar la Clasificación de los suelos mediante los Sistemas SUCS y ASSTHO.
Compactación Proctor Modificado	Diseño de espesores Control de Rellenos	339.141	E-115	D1557	Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario de los Suelos (Curva de Compactación).
California Bearing Ratio (CBR)	Diseño de espesores		E-132	D1883	Determinar la relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad soporte como base de sustentación.
Sulfatos Solubles	Concreto	339.178		T 290	Determinar la acción química del suelo por Sulfatos
Cloruros Solubles	Concreto	339.177		T 291	Determinar la acción química del suelo por Cloruros
Sales Solubles Totales	Agresividad del Suelo a la Cimentación	339.152	E 219	D1883	Determinar la acción química del suelo por acción mecánica sobre la estructura de concreto.

❖ **Nota:** Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Facultad De Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de

Piura, siguiendo las normas establecidas por la American Society for Testing and Materials (ASTM), MTC y Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Ver Anexo B, Certificados de Ensayos de Laboratorio y Cuadro N°5: “Resumen de Resultados de Ensayos Estándar en Laboratorio”.

3.2.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

Con el fin de obtener las características o propiedades físicas de las muestras representativas extraídas y a su vez lograr determinar la clasificación del suelo por el método SUCS y AASTHO, se realizaron los siguientes ensayos:

- **Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216, Norma NTP 339.127).**

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables. Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

- **Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM D-4222, Norma NTP 339.128).**

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N°200 (diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.

- **Límite Líquido (MTC E-110) y Límite Plástico (MTC E-111) (ASTM D-4318, Norma NTP 339.129).**

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N°200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento

en el cual el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Limite Líquido (MTC E-110), y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi seco es el Limite Plástico (MTC E-1 11).

• **Clasificación de Suelos por el Método SUCS (ASTM D-2487) y por el Método AASHTO (M-145)**

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los Límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

En el Cuadro N°05: "Resumen de Resultados de Ensayos Estándar en Laboratorio", identificando N° de Calicata y Muestra, Profundidad, Contenido de Humedad, Datos Granulométricos, Límite Líquido, Índice Plástico, y Clasificación del Suelo.

Tabla 20 Resumen de resultados estándar en labora tío

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	
Muestra	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 2
Profundidad (m.)	0,20 - 1,50	0,30 - 1,50	1,10 - 1,50	1,00 - 1,50	0,20 - 0,80	0,80 - 1,50
% Pasa Malla N° 4	100	100	100	100	73.2	61.9
% Pasa Malla N° 200	37.3	30.6	2.3	7.1	33.8	14.9
% GRAVA	0	0	0	0	26.8	38.1
% ARENA	62.7	69.4	97.7	92.9	39.4	47
Límite líquido	25	24	NP	NP	31	28
Índice Plástico	9	2	NP	NP	17	10
Contenido de humedad %	6.70%	11.50%	2.20%	5.10%	5.70%	2.30%
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC	SM	SP	SP - SM	SC	SC

Clasificación de Suelos "AASHTO"	A-4(0)	A-2-4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-2-6(1)	A-2-4(0)
----------------------------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

CALICATA	C - 6		C - 7	
Muestra	M - 1	M - 2	M - 1	M - 2
Profundidad (m.)	0,20 - 0,35	0,35 - 1,50	0,25 - 0,45	0,45 - 1,50
% Pasa Malla N° 4	81.1	84	66.8	100
% Pasa Malla N° 200	41.5	16.1	21.8	67.2
% GRAVA	18.9	16	33.2	0
% ARENA	39.6	67.9	45	32.8
Límite líquido	35	24	24	38
Índice Plástico	15	5	7	21
Contenido de humedad %	7.00%	0.60%	3.40%	10.00%
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC	SC - SM	SC - SM	CL
Clasificación de Suelos "AASHTO"	A-6(2)	A-1-b(0)	A-2-4(0)	A-6(12)

3.2.2 ENSAYOS DE MECÁNICOS

Con el fin de obtener las propiedades mecánicas que permiten determinar la resistencia de soporte y al corte de los suelos o comportamiento frente a sollicitaciones de carga, bajo condiciones de humedad y densidad controladas; se ejecutaron los siguientes ensayos:

• Ensayo de Proctor Modificado (MTC E-1 15)

El ensayo de Proctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo a una compactación determinada. Para el caso de agregados este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, a manera de determinar la cantidad de agua necesaria que debe agregarse para obtener la mejor compactación.

Con este procedimiento se estudia la influencia que ejerce el contenido inicial de agua en el suelo para el proceso de compactación, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en el % de compactación lograda. Es decir, para un suelo dado, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso

específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación.

• **California Bearing Ratio CBR (MTC E-132).**

El ensayo de CBR se efectúa para determinar la capacidad de soporte CBR es la relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad soporte como base de sustentación, teniendo como referencia que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada.

Tabla 21 Resultados de ensayos de compactación

DATOS			RESULTADOS DE ENSAYOS					
N° De Calicata	N° De Muestra	Profundidad (m) A cielo abierto	Clasificación		PROCTOR		CBR (0.1")	
			SUCS	AASHTO	MDS. (gr/cm3)	OCH. (%)	100%	95%
C - 1	M - 1	0,20 - 1,50	SC	A-4(0)	1.900	6.2	15.50	10.30
C - 2	M - 1	0,30 - 1,50	SM	A-2-4(0)	1.757	8.2	17.10	14.76
C - 3	M - 1	1,10 - 1,50	SP	A-1-b(0)	1.887	11.9	15.80	12.88
C - 4	M - 1	1,00 - 1,50	SP - SM	A-1-b(0)	1.851	12.2	16.34	12.86
C - 5	M - 1	0,20 - 0,80	SC	A-2-6(0)	2.029	6.8	20.40	13.90
C - 6	M - 2	0,35 - 1,50	SC - SM	A-1-b(0)	1.993	7.6	20.80	15.64
C - 7	M - 1	0,25 - 0,45	SC - SM	A-2-4(0)	2.031	6.2	30.30	26.20
C - 7	M - 2	0,45 - 1,50	CL	A-6(12)	1.911	9.8	8.40	5.38

3.2.3 ENSAYOS QUÍMICOS

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto: de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.) Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre

el concreto y acero del cimiento, respectivamente, y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionarle asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales en contacto con el agua).

Para el análisis respecto a Sales Solubles Totales, se indica que NO EXISTE NINGUNA NORMA DE SUELOS QUE INDIQUE VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES; sin embargo, se permite tomar las precauciones necesarias, de manera que dichas concentraciones no perjudiquen al concreto.

Para determinar la agresividad del suelo a la estructura del pavimento y unidades de concreto, se tuvieron en cuenta los siguientes límites permisibles.

Tabla 22 Límites permisibles

Presencia en el Suelo de:	p.p.m.	Grado de Alteración	Observaciones
*Sulfatos	0-1000 1000-2000 2000-20000 >20 000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
**Cloruros	>6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales Solubles Totales	>15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Teniendo en cuenta lo antes mencionado se efectuaron Ensayos Químicos (Sulfatos, Cloruros y Sales Solubles Totales), a las muestras obtenidas de las investigaciones de campo; con el fin de determinar el porcentaje (%) de Agentes Químicos agresivos al Concreto que existe en los suelos a la cota profundidad indicada en el cuadro N°9, a continuación.

Tabla 23 Resultados de ensayos químicos

DATOS			ENSAYO SALES SOLUBLES (%)		CLORUROS (%)		SULFATOS (%)	
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	(%)	ppm	(%)	ppm	(%)	ppm
C - 1	M - 1	0,20 - 1,50	0.032	320	0.031	310	0.042	420
C - 2	M - 1	0,30 - 1,50	0.038	380	0.022	220	0.036	360
C - 3	M - 1	1,10 - 1,50	0.030	300	0.048	480	0.032	320
C - 4	M - 1	1,00 - 1,50	0.035	350	0.033	330	0.034	340
C - 5	M - 1	0,20 - 0,80	0.039	390	0.027	270	0.036	360
C - 6	M - 2	0,35 - 1,50	0.027	270	0.025	250	0.043	430
C - 7	M - 1	0,25 - 0,45	0.031	310	0.038	380	0.039	390

De acuerdo con estos resultados, comparando Sulfatos con respecto a la tabla 4.3.3 del E.060, Reglamento Nacional de Edificaciones, y Cloruros con NTP 339.076 (no >1000ppm) se tiene que tener las siguientes consideraciones en las estructuras:

❖ De los valores obtenidos en los Ensayos de Laboratorio, se determinó que:

Con respecto a las Sales Solubles Totales, de los resultados obtenidos se concluye que los Niveles de Sales son mínimos, por tanto no son perjudiciales para una pérdida de resistencia mecánica ocasionada por lixiviación.

Para Sulfatos Solubles en el suelo, existen tolerancias permisibles que se encuentran en el Reglamento Nacional de Construcción; de los resultados obtenidos se concluye que el Grado de Alteración que se presenta en los suelos en interacción con el concreto es Leve, por tanto no es necesario el uso de ningún tipo especial de cemento para la cimentación de obras de arte y drenaje.

Los Cloruros producen corrosión a estructuras metálicas, refuerzo de acero del concreto, etc. La referencia a valores máximos se encuentra en la Norma técnica de Edificación E-60, en tal sentido se menciona que de los resultados

obtenidos se determinó que los niveles presentes en el suelo son mínimos, por lo tanto no es necesario Proteger la cimentación de los cloruros.

- ✚ Ahora al respecto al Análisis Global de los resultados de Ensayos Químicos se concluye que los suelos analizados presentan Grado de Alteración Leve ante un Ataque Químico, recomendándose utilizar cemento Portland tipo “MS”.

3.3 TRABAJO DE GABINETE

A partir de los datos obtenidos en Campo y los resultados de Laboratorio, se realiza un consolidado de la información recabada en las etapas antes descritas, por cuanto en el presente informe se incluye en su parte de gabinete:

Cuadros Resumen del Análisis de Resultados de los Ensayos de Laboratorio, Descripción y Análisis del perfil estratigráfico, Identificación de Presencia de Napa freática, Análisis para Mejoramiento del Suelo a nivel de Subrasante proyectada, Análisis del Suelo para cimentación de Obras de Arte, Conclusiones y Recomendaciones constructivas.

Así mismo Cabe indicar que el presente Informe del Estudio de Mecánica de Suelos incluye información anexa que contiene Resultados de campo: Registros Estratigráficos, Resultados de Laboratorio: Certificados de Ensayos de Laboratorio y un mapa Georreferenciado de la Ubicación de Calicatas.

3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

De acuerdo a la exploración de campo, etapa del Estudio en la que se ejecutó la excavación de un total 7 calicatas, numeradas correlativamente desde C - 1 a la C -7, tal como se observa en el Cuadro N° 1: **Relación Detallada de Calicatas Ejecutadas y Muestras extraídas** y en los resultados de Laboratorio adjuntos en anexo B del presente informe; en tal sentido se indica que el perfil estratigráfico visualizado en campo presenta las siguientes características:

Calicata C – 1:

0.00 – 0.20.- Material tipo afirmado, espesor de la capa 0.20 m.

0.20– 1.50.- Arena arcillosa, color negro, estado húmedo consistencia firme, Se clasifica según SUCS como SC, espesor del estrato 1.30 m.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. máxima explorada de -1.50 m.

Calicata C – 2:

0.00 – 0.30.- Material contaminada con raíces y plantas, espesor de la capa 0.30 m.

0.30 – 1.50.- Arena limosa, color marrón oscuro, estado húmedo, consistencia firme. Se clasifica según SUCS como SM, espesor del estrato 1.20 m.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. de -1.50 m.

Calicata C – 3:

0.00 – 1.10.- Material contaminado con raíces, espesor de la capa 1.10 m.

1.10 – 1.50.- Arena mal gradada, color beige, estado húmedo, consistencia suave. Se clasifica según SUCS como SP y espesor del estrato 0.40 m.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. de -1.50 m.

Calicata C – 4:

0.00 – 1.00.-Material contaminada con raíces, espesor de la capa 1.00 m.

1.00– 1.50.- Arena limosa mal gradada, color beige, estado húmedo, consistencia suave. Se clasifica según SUCS como SP - SM y espesor del estrato 0.50 m.

- No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. máxima explorada de -1.50 m.

Calicata C – 5:

0.00 – 0.20.- Capa de rodadura material tipo afirmado, espesor de la capa 0.20 m.

0.20 – 0.80.- Arena arcillosa con grava, color marrón claro, estado

húmedo, consistencia firme. Se clasifica según SUCS como SC, espesor del estrato 0.60 m.

0.80 – 1.50.- Arena arcillosa con grava, color marrón oscuro, estado húmedo, consistencia duro. Se clasifica según SUCS como SC, espesor del estrato 0.70 m.

➤ No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. máxima explorada de -1.50 m.

Calicata C – 6:

0.00 – 0.20.- Capa de rodadura base estabilizada, espesor de la capa 0.20 m.

0.20 – 0.35.- Arena arcillosa con grava, color beige, estado húmedo, consistencia firme. Se clasifica según SUCS como SC, espesor del estrato 0.15 m.

0.35 – 1.50.- Arena limo - arcillosa con trazas de grava del tipo granito, color marrón claro, estado húmedo, consistencia firme. Se clasifica según SUCS como SC - SM, espesor del estrato 1.15 m.

➤ No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. máxima explorada de -1.50 m.

Calicata C – 7:

0.0 – 0.25.- Capa de rodadura material granular, espesor de la capa 0.25 m.

0.25 – 0.45.- Arena limo - arcillosa con grava, color amarillo, estado húmedo, consistencia firme. Se clasifica según SUCS como SC - SM, espesor del estrato 0.20m.

0.45 – 1.50.- Arcilla de mediana plasticidad arenosa, color negro, estado húmedo, consistencia firme. Se clasifica según SUCS como CL, espesor del estrato 1.05 m.

➤ No se evidenció el material Saturado y/o presencia del Nivel Freático hasta la Prof. máxima explorada de -1.50 m.

3.3.2 ANÁLISIS DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Los suelos naturales que se encuentran conformando el perfil

estratigráfico son heterogéneos, mostrando las siguientes características:

Tabla 24 Clase de suelo del perfil estratigráfico

CLASIFICACIÓN		% DE INCIDENCIA
SUCS	AASHTO	
Arcillas (CL)	A-6	3.13
Limos (ML)	A-6	3.13
Arenas (SW, SP, SC, SM, SW-SM, SP-SM, SP-SC y SC-SM)	A-1, A-2, A-4 y A-6	93.75

3.3.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TIPO DE SUELO EXISTENTE A NIVEL DE SUBRASANTE

Figura 21 % de suelos existente a nivel de subrasante

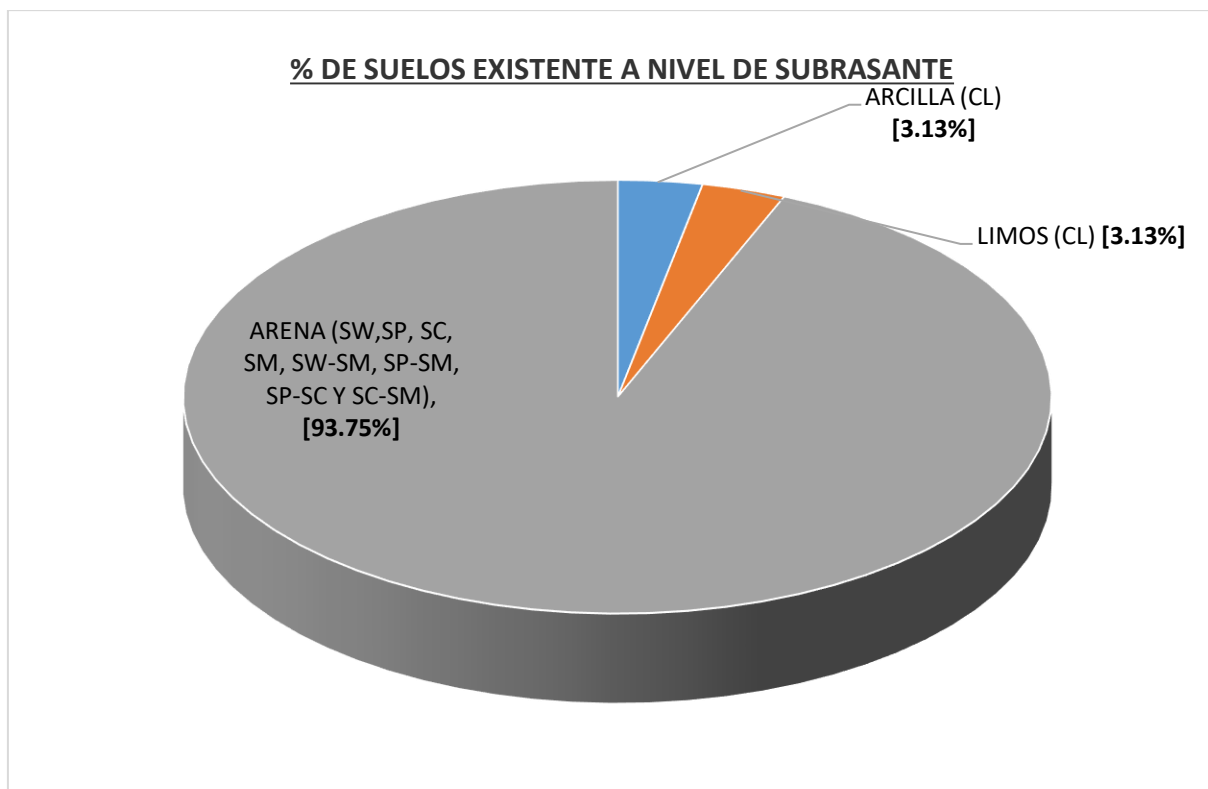
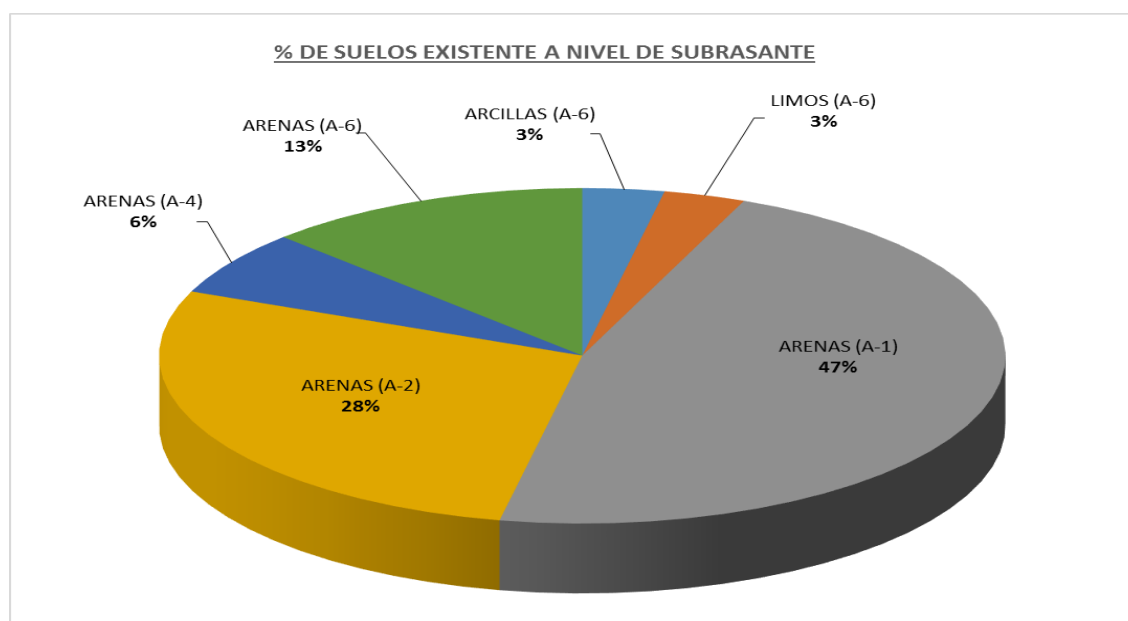


Figura 21 % de suelos existente a nivel de subrasante



3.3.3 IDENTIFICACIÓN DE PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO

Al respecto se indica que No se ha registrado presencia del nivel freático en las 24 calicatas ejecutas en la vía; cabe señalar que el registro se realizó durante los últimos días del mes Octubre del 2019, fecha en la que se ejecutaron las investigaciones de campo.

4.0 ANÁLISIS PARA MEJORAMIENTO DEL SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE

Definidos los sectores de Análisis se procede a evaluar las condiciones del suelo a Niveles de Fundación o Subrasante en el trazo vial con la finalidad de definir el mejoramiento.

El objetivo principal es determinar los sectores de suelos con baja capacidad de soporte o suelos con problemas especiales (expansión, blandos, presencia de materia orgánica); determinando sus respectivas dimensiones de largo, ancho y profundidades de los suelos, para el reemplazo y/o mejoramiento por suelos de mejores características físico-mecánicas; considerando las variaciones de altura de Subrasante proyectada regidas por el diseño geométrico respecto del nivel de terreno.

Los criterios que se evaluarán, para determinar los sectores de la vía que requieren mejoramiento, son los siguientes:

- Suelos de baja capacidad de soporte
- Presencia de materia orgánica

- Suelos expansivos (suelos de mediana y alta expansión)
- Suelos blandos
- Análisis de Licuefacción de Arenas

4.1 DETERMINACIÓN DE SUELOS CON BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE

Según lo especificado en el Manual de Diseño de carreteras, para que se apoye el afirmado o la estructura del pavimento, se requiere que los últimos 0.60 m de la capa de suelos debajo del nivel de la subrasante tenga un $CBR \geq 6\%$; ello implica la evaluación estructural y por consiguiente la determinación de la respuesta mecánica del subsuelo hasta la “profundidad donde pueden generarse deformaciones significativas”.

Requisito para capa Subrasante (Fuente EG-2013)

Según lo establecido en la EG-2013 y en el Manual Suelos-Geología-Geotecnia y Pavimentos del MTC, se indica que para el caso de Suelos dispuestos bajo el nivel superior de la subrasante (Suelo de Fundación), que presenten un $CBR < 6\%$, se clasificarán como **Subrasante Pobre o Sub-rasante Inadecuada**; motivo por el cual corresponderá realizar la estabilización o mejoramiento de los suelos.

En tal sentido a continuación se realiza un Análisis de los valores de la capacidad de soporte relativa (%CBR) a niveles de Subrasante (SR). (Ver el siguiente cuadro N°25)

Tabla 25 Clasificación de la capacidad de soporte relativa a nivel subrasante

CALICATA		C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
Muestra		M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
Profundidad (m.)		0,20 - 1,50	0,30 - 1,50	1,10 - 1,50	1,00 - 1,50	0,20 - 0,80
Clasificación de Suelos “SUCS”		SC	SM	SP	SP - SM	SC
Clasificación de Suelos “AASHTO”		A-4(0)	A-2-4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-2-6(1)
CBR AL 0.1" de penetración	95 % de su MDS	10.30%	14.76%	12.88%	12.86%	13.90%
	100 % de su MDS	15.50%	17.10%	15.80%	16.34%	20.40%

CLASIFICAC. DE SUBRASANTE	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENA
----------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	------------------

CALICATA		C - 6	C - 7
Muestra		M - 2	M - 1
Profundidad (m.)		0,35 - 1,50	0,25 - 0,45
Clasificación de Suelos "SUCS"		SC - SM	SC - SM
Clasificación de Suelos "AASHTO"		A-1-b(0)	A-2-4(0)
CBR AL 0.1" de penetración	95 % de su MDS	15.64%	26.20%
	100 % de su MDS	20.80%	30.30%
CLASIFICAC. DE SUBRASANTE		MUY BUENA	MUY BUENA

Por lo expuesto en el presente caso, solo en la C-18 existe suelos a nivel de Subrasante que reportan valores CBR inferiores al 6% (CBR < 6%), ello al 0.1" de penetración al 100% y 95% de su Máx. Densidad Seca (MDS), en un espesor de 0.30 m. debajo de este estrato se encuentra una subrasante con CBR de clasificación Buena, por lo que se determina que no es necesario ejecutar trabajos de mejoramiento de suelos con respecto al tema de características de soporte de cargas, puesto que los suelos predominantes son (SW, SP, SC, SM, SW-SM, SP-SM, SP-SC y SC-SM), que conforman el perfil estratigráfico de las Calicatas 1 a 7 a niveles de Subrasante se clasifican cuantitativamente y cualitativamente como regular a excelente.

4.2 ANÁLISIS DE MATERIALES INADECUADOS y SUELOS DÉBILES

4.2.1 PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA (MO)

Los suelos orgánicos tipo turba (coloración oscura- rica en carbono); están compuestos principalmente de tejidos vegetales en estado variable de descomposición, con una textura fibrosa o amorfa, usualmente de color café oscuro o negro, olor orgánico y elevada relación de vacíos. Por su deficiente estructura son altamente consolidables teniendo un comportamiento mecánico muy crítico.

En tal sentido cabe señalar que de acuerdo a lo investigado en campo (cualitativamente), se menciona que de las 24 calicatas ejecutas en su mayoría se ha identificado existencia de Suelos a niveles de superficie de cobertura contaminados con residuos Orgánicos de Origen

Vegetal. (Ver detalle a continuación Cuadro N°13)

Tabla 26 Identificación de suelos existentes con presencia de MO

Sectores con Presencia de Suelos contaminados con MO.			
Nº	Calicata	Nivel Profundidad (m)	Descripción
1	2	-0.00 m. hasta -0.30 m	Capa de Suelo Arenoso contaminado con residuos de origen vegetal. (raíces y gramado)
2	3	-0.00 m. hasta -1.10 m	Capa de Granito contaminado con residuos de origen vegetal. (raíces)
3	4	-0.00 m. hasta -1.00 m	Capa de Suelo Arcilloso contaminado con residuos de origen vegetal. (raíces)

Como resultado de la evaluación antes realizada se concluye que a nivel de subrasante Se requieren Trabajos de Reemplazo de los suelos antes citados, ello al respecto de los sectores relacionados a este tipo de suelos.

4.2.2 IDENTIFICACIÓN DE SUELOS BLANDOS

La deformación de suelos cohesivos aún bajo cargas relativas pequeñas, es tradicionalmente reconocido como un problema de fundamental interés, por ser causa de graves deficiencias de comportamiento.

Posiblemente el problema más grave que entraña un suelo de cimentación fino y compresible, es el que se refiere a los asentamientos que en él pueden producirse al recibir la sobrecarga que representa los terraplenes. Dicho asentamiento causa:

1. Pérdida de bombeo, pues la presión ejercida por el terraplén es mayor bajo el centro de la corona que bajo las bermas (bordes laterales)
2. Aparición de asentamientos diferenciales en el sentido longitudinal, por heterogeneidad del terreno de cimentación, estos producen perjuicios en la funcionalidad del camino, en el pavimento en el drenaje superficial.
3. Disminución de la altura del terraplén, grave cuando se atraviesan zonas inundables o inundadas.
4. Perjuicios en el comportamiento de obras de drenaje menores, que adquieran una conformación hidráulica inconveniente y se agrieten, al hundirse más en el centro que en los extremos.
5. Agrietamiento en la corona del terraplén, especialmente cuando esta es muy ancha y cuando el terraplén tiene bermas.

Cabe indicar que en terrenos de cimentación constituidos por Limos Plásticos y Arcillas, deben distinguirse dos casos diferentes:

- Cuando su comprensibilidad es relativamente baja (suelos **CL**).
- Cuando sean francamente comprensibles (suelos **CH, MH, OH** y Pt)

Al respecto se menciona que en el tramo evaluado No se han encontrado sectores con presencia de Suelos débiles o Blandos, que tienen comprensibilidad, como lo son los tipos de suelos MH, CL y CH; este hecho nos indica que a nivel de subrasante no Existen materiales con predisposición a se susciten problemas especiales que generen problemas de Asentamientos considerables que pudieran afectar la estructura del pavimento a ser construido, ya sea por la misma carga de la estructura del pavimento o por la cargas vehiculares.

Como resultado de la evaluación antes realizada se concluye que a nivel de subrasante No se requieren Trabajos de Mejoramiento de los suelos antes citados, ello al respecto de los sectores relacionados a este tipo de suelos.

4.3 ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE LOS SUELOS (EP)

Dado que la Expansividad se produce exclusivamente en suelos Arcillosos, motivo por el cual se creyó necesario teniendo en cuenta las características físicas-mecánicas de los suelos encontrados en las 24 labores verticales ejecutadas, realizar un análisis cualitativo del Grado de Expansión de los suelos que conforman la estructura del pavimento. (Ver Cuadro N°14: Análisis de los Resultados de Los Materiales para ver su Nivel o Grado de Expansión.).

Tabla 27 Tabla de clasificación de suelos expansivos

POTENCIAL DE EXPANSION (EP)	INDICE DE PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO
% Muy Alto	>32.0	> 70.0
% Alto	23.0 - 32.0	50.0 - 70.0
% Medio	12.0 - 23.0	35.0 - 50.0
% Bajo	< 12.0	20.0 - 35.0

Tabla 28 Resultados del análisis cualitativo del EP

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	
Muestra	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1	M - 2
Profundidad (m.)	0,20 - 1,50	0,30 - 1,50	1,10 - 1,50	1,00 - 1,50	0,20 - 0,80	0,80 - 1,50
% Pasa Malla N° 4	100	100	100	100	73.2	61.9
% Pasa Malla N° 200	37.3	30.6	2.3	7.1	33.8	14.9
% GRAVA	0	0	0	0	26.8	38.1
% ARENA	62.7	69.4	97.7	92.9	39.4	47
Límite líquido	25	24	NP	NP	31	28
Índice Plástico	9	2	NP	NP	17	10
Contenido de humedad %	6.70%	11.50%	2.20%	5.10%	5.70%	2.30%
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC	SM	SP	SP - SM	SC	SC
EXPANSION DEL SUELO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO

CALICATA	C - 6	
Muestra	M - 1	M - 2
Profundidad (m.)	0,20 - 0,35	0,35 - 1,50
% Pasa Malla N° 4	81.1	84
% Pasa Malla N° 200	41.5	16.1
% GRAVA	18.9	16
% ARENA	39.6	67.9
Límite líquido	35	24
Índice Plástico	15	5
Contenido de humedad %	7.00%	0.60%
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC	SC - SM

- ✚ De los resultados del análisis de las propiedades de Consistencia y Plasticidad de los suelos a Nivel de Subrasante, se indica que los suelos presentan Grado de Hinchamiento o Expansividad variable relativamente de Bajo a Medio, siendo los de Expansividad Media aquellos suelos localizados en las calicatas: 5, 6.

4.4 ANÁLISIS DE LICUEFACCIÓN DE ARENAS

En suelos granulares, particularmente arenosos las vibraciones sísmicas pueden manifestarse mediante un fenómeno denominado licuefacción, el

cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte de los suelos granulares, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en ellos originada por una vibración violenta.

Esta pérdida de resistencia del suelo se manifiesta en grandes asentamientos que ocurren durante el sismo o inmediatamente después de éste; sin embargo para que un suelo granular en presencia de un sismo sea susceptible a licuar debe presentar simultáneamente las características siguientes (Seed and Idriss):

- a) Debe estar constituido por arena fina a arena fina limosa.
- b) Debe encontrarse sumergida (Napa freática).
- c) Su densidad relativa debe ser baja.

✚ En el caso de la zona en estudio cabe indicar que si bien se presentan ciertas condiciones de las antes mencionadas para el sector de implicancia de la Progresiva que presenta Suelos Arenosos; sin embargo al no desarrollar todas las características para desencadenar este fenómeno licuable, se señala que en el sector No existe Riesgo de un Asentamiento Diferencial de los Suelos a consecuencia de problemas por Licuefacción de Suelos.

4.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE

Teniendo en cuenta los resultados del Análisis de los criterios antes en mención, realizado de forma que se permita determinar aquellos sectores de la vía en los que se requieren trabajos de mejoramiento; por cuanto se manifiesta que **Sí se han encontrado sectores de la vía con presencia de suelos que tienen características desfavorables** (alto estado de plasticidad o líquido), Presencia de Materia Orgánica y presentan capacidad de soporte CBR insuficiente e inadecuada para tal uso; en tal sentido se creyó conveniente elaborar una tabla en la que se identificó los sectores que necesitan de Mejoramiento a Nivel de Subrasante, determinándose lo sgte:

Tabla 29 Identificación de sectores que requieren mejoramiento

SECTORES DE REEMPLAZO DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE PROYECTADA				
Nº	Sectores		Longitud (aprox.)	Tipo
	Inicio (aprox.)	Fin (aprox.)		Espesor de Mejoramiento
1	1+400	2+400	1Km.	0.30 m
2	2+400	3 +300	2 Km.	1.00 m

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

El presente Informe del estudio de Mecánica de Suelos se ha efectuado a solicitud del Gobierno Regional Piura, y corresponde al proyecto denominado: **“Diseño de estructural vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Km0+000 - 3+300 del pueblo San Luis al puente Tulmán Piura. 2021”**.

Los trabajos de Campo (excavaciones, muestreos, etc) se efectuaron durante el mes de octubre del 2020.

5.1 Geológicamente el área del trazo vial se emplaza sobre suelos y rocas de edad cretácea y terciaria correspondientes a la Formación Lancones y al Grupo San Pedro, secuencias Volcano-clástica-Sedimentaria, geomorfológicamente se desarrolla en un relieve de montaña en rocas volcánicas.

5.2 Los trabajos de exploración en campo consistieron en la excavación mecánica con retroexcavadora de un total de 24 calicatas, identificadas correlativamente desde la Calicata (C): C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, c-7 las profundidades de auscultación alcanzadas, manualmente y con apoyo del barrenos, fueron variables en cada sector del tramo vial, siendo la máxima Prof. De investigación – 1.50 m., el distanciamiento de los puntos de excavación se establecieron y realizó cada 500 km. aprox., a manera de inferir la mayor cantidad de información de los suelos que conforman e perfil estratigráfico, ello teniendo en cuenta lo estipulado en el manual de Suelos, Geología y Geotecnia, la EG-2013 y a su vez el diseño del trazo vial del proyecto.

5.3 Del Estado superficial de la carretera se puede resumir que presenta estado de Transitabilidad de Regular a Malo, la superficie de rodadura presenta zonas con bacheo, encala minados y sectores que presentan

erosión de la plataforma vial próxima al talud inferior del Trazo vial; problema que se ha producido por la falta de Drenaje superficial y se ha acrecentado durante últimos periodos lluviosos.

5.4 De la Presencia de Nivel Freático se señala que en todas las labores verticales ejecutadas (24), este No se Observó respecto a la fecha (durante el mes Octubre del año 2020) en que se realizaron los trabajos de campo: excavación de calicatas y muestro de suelos.

5.5 De lo Registrado en la excavación de calicatas, cabe señalar que Sí se ha encontrado material de cobertura contaminado con residuos MO de origen vegetal (raíces, gramado, ramas secas). (ver detalle en Item 4.2.1, cuadro N°11: Identificación de Suelos existentes con presencia de MO).

5.6 De los suelos naturales encontrados en el nivel de subrasante/Fundación, se identificó materiales Heterogéneos clasificados como: **3.13% Limos** (A-6), **3.13% Arcillas** (A-6), **93.75 % Arenas** (A-1, A-2, A-4 y A-6).

5.7 Del Análisis de las constantes físicas de plasticidad en los suelos a niveles de subrasante se concluye sectores del trazo vial que tienen existencia de suelos con Grado de Hinchamiento o Expansividad variable relativamente de **Bajo a Medio**; por tanto son susceptibles a cambios volumétricos y al colapso por expansión específicamente en los suelos de naturaleza arcillosa.

5.8 De la Capacidad de Soporte Relativa de los suelos dispuestos a niveles de Subrasante (SR) proyectada, se menciona que los suelos de naturaleza GRAVOSA reportan relativamente valores CBR categorizados como MUY BUENA A EXCELENTE para USO CAPA SUBRASANTE; de los SUELOS ARENOSOS se identificó que presentan capacidad de soporte REGULAR A BUENA; mientras que los SUELOS FINOS ARCILLAS Y LIMOS, como ya es conocido por su naturaleza laminar y plástica, reportan valores CBR de categoría INSUFICIENTE, INADECUADA Y REGULAR, ello conforme a los requisitos necesarios para el Diseño de la Capa subrasante (EG-2013, MSGyG-2014); en tal sentido se concluye que los sectores del Trazo vial que presentan suelos que no cumplen o reúnen los requisitos de Calidad y soporte para el uso SR deben ser mejorados, previamente a la colocación de la estructura del pavimento. (ver ítem 4.5, cuadro N°14: Identificación de Sectores que Requieren Mejoramiento)

5.9 Del Análisis Químico realizado a los suelos extraídos en campo, se menciona se realizaron ensayos que permitan determinar el Grado de

Alteración ante un Ataque Químico, de lo cual se concluye que la Agresión o alteración que presenta el suelo al concreto es Leve así mismo que los suelos existentes no son perjudiciales para una pérdida de resistencia mecánica ocasionada por lixiviación de Sales Solubles.

RECOMENDACIONES

- 5.10** Los suelos contaminados son inadecuados para ser utilizados en trabajos de construcción de la estructura vial, por tal sentido deben ser removidos y eliminados en su totalidad hasta llegar al nivel suelo natural donde se proyectan trabajos de construcción del pavimento.
- 5.11** Se recomienda que previo a la colocación de la Estructura vial, será necesario realizar Mejoramiento de los suelos arcillosos que se consideren: suelos blandos, presenten alto potencial de expansión y baja capacidad de soporte de cargas a nivel de subrasante; en tal sentido se deben realizar mejoramiento del suelo por método de Reemplazo, con la finalidad de evitar problemas de asentamientos en la estructura vial por motivo de cambios volumétricos en los suelos que pudieran suscitar colapso. En el ítem 4.5.se indica los sectores y espesor a mejorar.
- 5.12** Se recomienda como propuesta que el mejoramiento de los suelos a nivel de Subrasante, se deben ejecutar por método de reemplazo, en tal sentido se señala que el método de mejoramiento en mención deberá realizarse mediante trabajos de sobre excavación que permita extraer el espesor del suelo Fino (Arcilloso) involucrado (E=0.50 m), para posteriormente sustituirlo con una capa de Hormigón E=0.30 m, sobre la que se dispondrá finalmente una capa de afirmado seleccionado de E=0.20 m. (Criterios tomados del Manual De Carreteras Suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos – Sección Suelos Y Pavimentos – Estabilización De Suelos).
- 5.13** Se recomienda que los suelos a Nivel de Subrasante que cumplan con los requisitos necesarios para tal uso, previo a la colocación de la Estructura vial, será necesario realizar trabajos de compactación hasta alcanzar el 95% de su Máxima Densidad Seca del material empleado (MDS, dato obtenido del Proctor) y la humedad de compactación no deberá variar en $\pm 2\%$ del OCH (Óptimo Contenido de Humedad; a fin de lograr los porcentajes de compactación especificados y de forma tal que se garantice la preparación de esta capa para sostener la estructura del pavimento.
- 5.14** Se recomienda que en los sectores donde se proyecten elementos de cimentación y los suelos presenten baja capacidad portante, se deberá

realizar trabajos de mejoramiento del Suelo por método de Reemplazo, y de tal forma lograr que la capacidad admisible del suelo sea superior o cuando menos igual a la presión de diseño presión de contacto (Carga estructural de las Obras en el área de la cimentación).

- 5.15** Se recomienda que antes de ejecutar trabajos de mejoramiento de suelos para obras de cimentación (suelos cohesivos altamente compresibles), se debe compactar el fondo de zanja con el fin de aumentar la capacidad del suelo y así mismo lograr disminuir probables asentamientos que se puedan generarse posteriormente a las construcciones, evitando asentamientos diferenciales.
- 5.16** Se recomienda como propuesta que el mejoramiento para la zona de cimentación, se debe ejecutar por **método de reemplazo**, en tal sentido se señala que el método de mejoramiento en mención deberá realizarse mediante trabajos de Sobre excavación que permitan extraer el espesor del suelo expansivo (CL) y de baja capacidad de soporte ($E=0.60$ m), para posteriormente sustituirlo con una capa de Over $E=0.30$ m, sobre la que se dispondrá finalmente una capa de afirmado seleccionado de $E=0.30$ m.
- 5.17** Se recomienda que en el Diseño del proyecto vial se considere un adecuado sistema de drenaje pluvial, de manera que permita evitar la erosión del talud y superficie de rodadura, y así mismo permita proteger la estructura vial ante posibles filtraciones que pudieran suscitarse en épocas de escorrentía por periodos lluviosos; hecho que garantizara de esa forma la estabilidad de la estructura vial en el tiempo.
- 5.18** Se recomienda para las Obras de Concreto, utilizar cemento del tipo "MS".
- 5.19** Se recomienda realizar el control oportuno de los parámetros de calidad de los materiales a utilizarse en el proceso constructivo, debiendo considerar que los controles de calidad de los materiales se deben realizar antes y durante su ejecución (proceso constructivo), con el fin de garantizar su calidad y permanencia de la Obra.
- 5.20** Los trabajos constructivos del proyecto vial se ejecutarán bajo las Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG-2013. del MTC.
- 5.21** El presente Informe y los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área en estudio, no debe utilizado para otros sectores o para otros fines.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

INTRODUCCIÓN

Se denomina pavimento a la estructura que recibe a las solicitaciones de tránsito y clima y las traspasa a la subrasante, repartidas de manera que éste pueda soportar cuantas solicitaciones sin sufrir deformaciones, durante un período determinado de tiempo (vida útil).

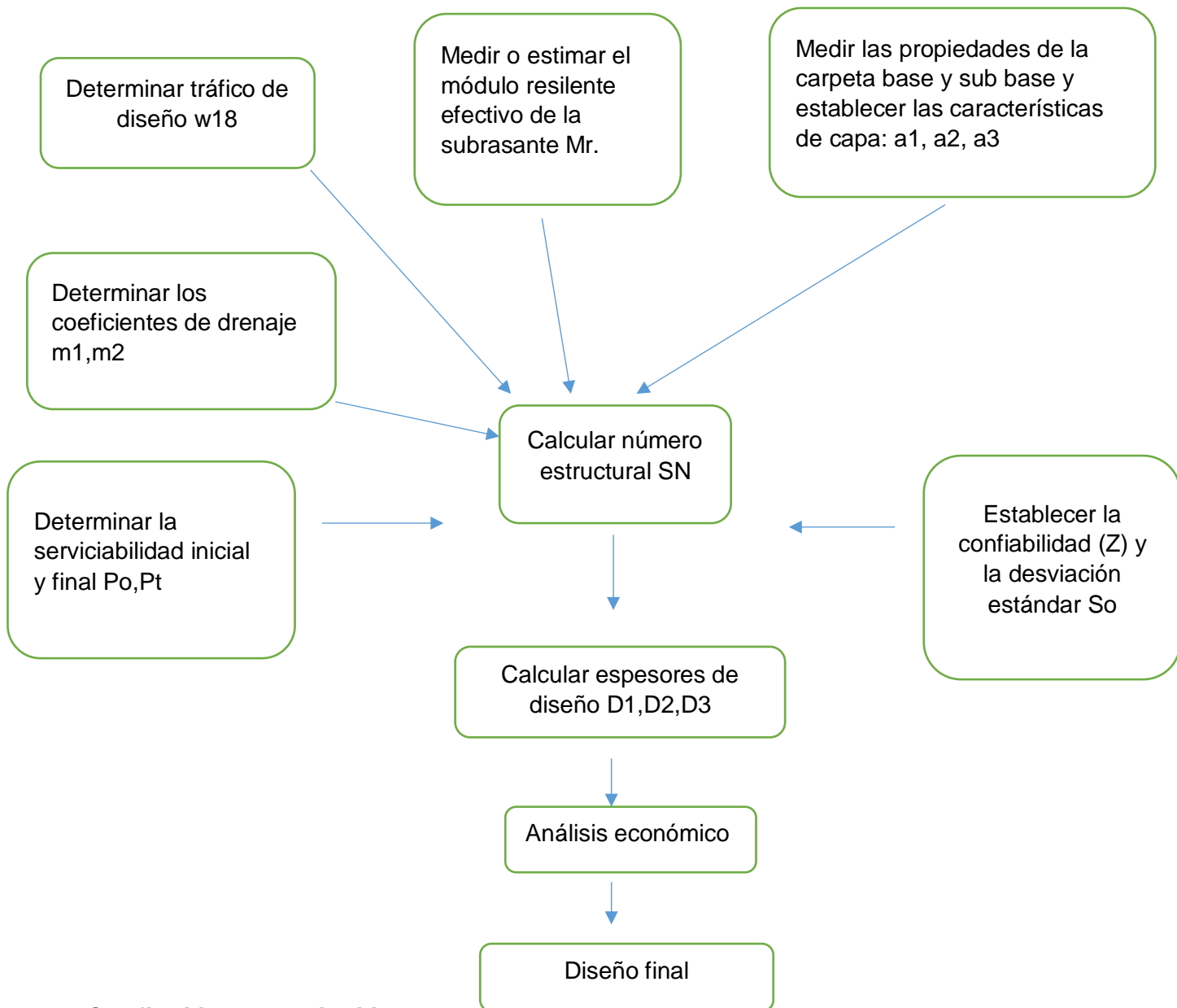
Los pavimentos flexibles son aquellos en que sus capas constitutivas tienen bajos valores de resistencia a la flexo-tracción, absorbiéndolas solicitaciones mediante su resistencia al esfuerzo de corte, según el espesor y la calidad de estas capas, la distribución de la carga superficial hacia el terreno natural. En general la calidad resistente de las capas disminuye a medida que aumenta su distancia (profundidad) de la rasante (plano que recibe las solicitaciones de tránsito). En los pavimentos flexibles se distinguen tres tipos generales de estructuración:

- pavimentos flexibles con capas estructurales de mezclas asfálticas que aportan capacidad de soporte al total de la estructura.
- pavimentos flexibles en capas asfálticas (tratamientos asfálticos) no aportan capacidad de soporte a la estructura.
- pavimentos flexibles compuesto sólo por capas granulares.

Por lo general, estos pavimentos están formados por una carpeta de rodadura, base, subbase y material subrasante.

Procedimientos de Diseño

- Calcular el tráfico para el periodo de diseño (W_{18}).
- Determinar la confiabilidad R y la desviación estándar total S .
- Determinar la pérdida de serviciabilidad de diseño.
- Obtener el número estructural SN (acabo o fórmula)
- Establecer los espesores que satisfacen SN .



Confiabilidad y variabilidad

La confiabilidad en el diseño de pavimento (Z_r) es la probabilidad de que el sistema estructural que forma el pavimento cumpla su función prevista bajo las condiciones que tiene lugar en el lapso.

Confiabilidad = $R(\%) = 100 \times \text{Probabilidad} (N_t > N_t)$

- La variabilidad (S_o) se refiere a las variantes en las mediciones de los parámetros que se define en el diseño con respecto a los valores que se obtienen en el terreno de forma real.

- Por lo tanto, las solicitudes de diseño para un determinado nivel de confiabilidad se pueden estimar como:

$$\text{Log (ESALs diseño)} = \text{Log (NT)} + Z_r S_o$$
- Cuando se considera la variación del tráfico proyectado (junto con otras variables asociadas con los módulos de comportamiento del pavimento) el valor que se adopta es 0.39 para pavimentos rígidos y 0.49 para pavimentos flexibles.
- Cuando no se considera la variación del tráfico proyectados se emplea 0.34 para pavimentos rígidos y 0.44 para pavimentos flexibles.
- El rango de valor es:
 0.30 a 0.40 en pavimentos rígidos
 0.40 a 0.50 en pavimentos flexibles
- En general a medida que crece el volumen del tránsito, la dificultad que presenta el tránsito divergente y la expectativa pública de disponibilidad aumentan el riesgo de no cumplir con dichas expectativas, debe ser minimizado.
- Esto se logra escogiendo niveles mayores de confiabilidad. La tabla adjunta niveles de confiabilidad recomendables para clasificaciones funcionales diferentes. Obsérvese que los niveles más elevados corresponden a las vías que reciben el mayor uso, mientras que las de nivel más bajo, el 50% corresponden a las carreteras locales.

Los valores S_o desarrollados en el AASHTO ROAD TEST no incluyeron error por el tránsito. Sin embargo, el error en la predicción del comportamiento desarrollado en el tramo de ensayo fue de 0.35 para los pavimentos flexibles lo cual corresponde a una desviación estándar total de 0.45.

Tabla 30 Niveles de confiabilidad sugeridas para diferentes carreteras

NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDAS PARA DIFERENTES CARRETERAS		
Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbana	rural
Autopista funcional	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras de transito	80-95	75-95
Carreteras locales	50-80	50-80

Fuente: Elaborado por los investigadores.

CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

Serviciabilidad

La serviciabilidad de un pavimento se define como la idoneidad que tiene el mismo para servir a la clase de transito que la va a utilizar. La mayor forma de evaluarla es a través del índice de servicio presente (PSI-Present, Serviciability Index), el cual varía entre 0 (carretera imposible) hasta 5 (carretera perfecta). La filosofía básica del diseño en el concepto del comportamiento y capacidad del servicio, el cual proporciona un medio para diseñar un pavimento con base en un volumen específico de transito total y con un nivel mínimo de serviciabilidad deseado, al final del periodo de diseño.

Teniendo en cuenta que la serviciabilidad final de un pavimento (P_t) depende del tránsito, del índice de servicio inicial (P_o), es necesario hacer una determinación de este último.

En el ensayo AASHTO, se obtuvo un valor de 4.2 para los pavimentos flexibles, pero cada entidad podrá elegir un valor apropiado para sus condiciones y características constructivas.

Una vez establecido P_o P_t , e aplica la siguiente ecuación para definir el cambio total en el índice de servicio.

$$PSI = P_o - P_t$$

Tabla 31 Niveles de serviciabilidad final

Niveles de serviciabilidad final	% de usuarios que consideran inaceptables este nivel de serviciabilidad
3	12
2.5	55
2	85

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Generalidades

La función del pavimento es resistir los efectos de abrasión del tránsito y de las condiciones climatológicas de la zona que la carretera atraviesa; al transmitir las cargas a la subrasante, lo hace de tal forma que éstas se reparten en un área cónica que es cada vez mayor a manera que se profundizan en el pavimento, hasta el límite que marca el bulbo de presiones, de tal manera que la subrasante pueda recibir esfuerzos y deformaciones que los pueda asimilar perfectamente.

Clasificación de pavimentos

Pavimentos Flexibles

Transmiten las cargas a la subrasante solamente en las zonas próximas al punto de aplicación, son los pavimentos de origen asfáltico.

Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de la necesidad particular de cada obra.

Pavimentos Rígidos

Transmiten las cargas a la subrasante en un área bastante grande alrededor del punto de aplicación, de una manera uniforme, están constituidos por losas de concreto generalmente.

Son aquellos fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base de pavimento rígido.

Pavimentos Mixtos

Constituidos por una combinación de los dos tipos de pavimentos anteriores, formado por dos capas: La superior flexible y la inferior rígida.

Pavimentos articulados

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual.

A su vez se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la sub rasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento.

Criterios de selección de pavimentos

Para la elección del tipo de pavimento más adecuado, deberá estudiarse los siguientes aspectos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.

- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además. Debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.
- El tráfico que soportará especificando las clases del mismo, así como la intensidad y frecuencia del tránsito pesado.
- Las características del suelo de la sub rasante especialmente la resistencia y deformación ante las cargas.
- Las condiciones climatológicas de la zona, especialmente el balance evaporación precipitación y las heladas, lo cual servirá para estudiar la posibilidad del drenaje de aguas.

Posibilidad de construcción, estudiando los problemas que pudieran presentarse para la construcción, así como la posibilidad de utilizar materiales existentes en la zona.

Período de Diseño, o tiempo que se considera que debe prestar servicios a los usuarios en buenas condiciones.

Del análisis, considerando todos los criterios indicados, se seleccionará un tipo de pavimento, el cual, podrá agruparse de acuerdo a la inversión que requiera en uno de los tres siguientes grupos:

Pavimentos Económicos

Para tráficos de menos de 400 vehículos diarios son los suelos naturales estabilizados por adición de cal, cemento, asfalto, cloruro de calcio, etc. También pertenecen a este grupo los tratamientos superficiales.

Pavimentos de Costo Intermedio

Usados por tráfico de 400 a 1000 vehículos diarios, comprenden las mezclas bituminosas obtenidas in situ y en la planta, así como los Macadams Bituminosos.

Pavimentos Costosos

Se usan para tráfico de más de 1000 vehículos diarios, comprenden los concretos asfálticos y los concreto de Cemento Portland.

De todas las consideraciones anteriores, vemos que la mayor parte de los análisis nos lleva a recomendar un pavimento de costo alto, del tipo de los pavimentos Flexibles.

Pavimento flexible

El pavimento de asfalto o pavimento flexible, es una estructura de varias capas, (subbase, base y capa asfáltica), que se construye con la finalidad de distribuir adecuadamente las cargas producidas por el tránsito y que no permitan el paso de infiltración de agua de lluvia, resistir a la acción devastadora de vehículos mediante el desprendimiento de las partículas del pavimento y dotar de una superficie de rodamiento adecuado.

Se entiende al pavimento como una estructura lisada en una superficie de rodamiento adecuado. Para diseño estructural de pavimento flexible como necesita conocer la magnitud del tráfico (peso y frecuencia de los vehículos), el tipo de suelo, la resistencia del suelo, las características climatológicas de la zona y la calidad de los materiales disponibles para la construcción del pavimento.

Las subrasantes débiles requieren bases flexibles de gran espesor para conservar las deflexiones causadas por las cargas, dentro de los límites seguros y prevenir la rotura del pavimento.

Tipos de Pavimentos Flexibles

Asfaltó en frío

Son pavimentos de calidad inferior a los pavimentos mezclados en caliente y se selecciona para carreteras y pavimentación de las zonas urbanas donde los volúmenes de tránsito son relativamente pequeños.

La carpeta asfáltica en frío es una mezcla de agregados y asfalto rebajado, se mezcla a la temperatura ambiente.

La mezcla en frío puede hacerse en plantas estacionarias o plantas móviles para ser aplicadas directamente sobre el camino.

Asfaltó en caliente

Los pavimentos de carpeta asfáltica en caliente son seleccionados para pavimentos de más alta calidad, tales como caminos principales de tránsito pesado e intenso, este pavimento es considerado de más alto costo.

La carpeta asfáltica en caliente es conocida como de concreto asfáltico. Son mezclas elaboradas en peso en plantas estacionarias o plantas centrales, en donde los agregados y el material cementante seleccionado en cantidad y calidad son calentados a una temperatura de 150°C aproximadamente, mezclados en forma rigurosa y homogénea para luego ser colocados en el lugar aun estando en caliente.

Funciones y características de las diferentes capas del pavimento flexible

Carpeta de rodadura

La carpeta debe proporcionar al pavimento flexible una superficie de rodamiento estable, capaz de resistir la ampliación directa de las cargas, la fricción de las llantas, los esfuerzos de drenaje, los producidos por las fuerzas centrífugas, los impactos; debe tener la textura necesaria para permitir un rodamiento seguro y cómodo.

Carpeta asfáltica sellante

Está formado por una aplicación bituminosa de asfalto y tiene por objeto sellar la superficie impermeabilizándola, a fin de evitar que El agua de lluvia se infiltre.

Además, protege la capa de rodamiento contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos.

Base

La base, la función fundamental de la base es estructural y consiste en proporcionar un elemento resistente a la acción de las cargas del tránsito y capaz de transmitir los esfuerzos resultantes con intensidades adecuadas.






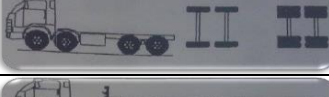
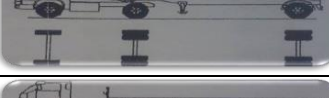

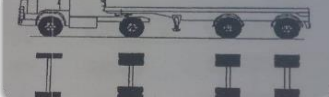




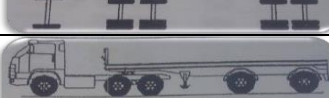

La base tiene también una importante función drenante, según la que debe ser capaz de eliminar fácil y rápidamente el agua que llegue a infiltrarse a través de la carpeta, así como de impedir la ascensión capilar del agua que provenga de niveles inferiores.

Sub base

La principal función de la subbase de un pavimento flexible, es de carácter económico. Se trata de formar el espesor requerido del pavimento con el material más barato posible.

Cuanto menor sea la calidad del material colocado tendrá que ser mayor el espesor necesario para soportar y transmitir los esfuerzos. Otra función de la subbase consiste en servir de transición entre el material de la base, generalmente granular grueso y el de la subrasante, que tiende a ser mucho más fino. La subbase actúa como filtro de la base e impide su incrustación en la subrasante.

Figura 15.- Configuración vehicular

Config. Vehicular	Gráfico	PESO POR EJES (Tn)		PESO EJE (lb)	FACT. CAMIÓN/EJE	FACT. CAMIÓN TOTAL
		Eje Delantero				
AP (AUTOS)		Eje Delantero	1	2204.6	0.000290484	0.000580968
		2°	1	2204.6	0.000290484	
AC (CAMIONETA)		Eje Delantero	1.6	3527.36	0.001442483	0.025087629
		2°	3.3	7275.18	0.023645146	
C2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	3.6959690
		2°	11	24250.6	3.1553	
C3		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	2.5604010
		2°	18	39682.8	2.019732	
C4		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	1.8312490
		2°	23	50705.8	1.29058	
8x4		Eje Delantero	14	30864.4	0.740118	2.7598500
		2°	18	39682.8	2.019732	
T2S1		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	6.8512690
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	11	24250.6	3.1553	
T2S2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	5.715701
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	18	39682.8	2.019732	
T2Se2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	10.006569
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	11	24250.6	3.1553	
T2S3		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	5.490919
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	25	55115	1.79495	
T2Se3		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	8.871001
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	18	39682.8	2.019732	
T3S1		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	5.715701
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	11	24250.6	3.1553	
T3S2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	4.580133
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	18	39682.8	2.019732	
T3Se2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	8.871001
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	11	24250.6	3.1553	
T3S3		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	4.355351
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	25	55115	1.79495	

T3Se3		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	7.735433
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	18	39682.8	2.019732	
C2R2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	10.006569
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	11	24250.6	3.1553	
C2R3		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	8.871001
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	18	39682.8	2.019732	
C3R2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	8.871001
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	11	24250.6	3.1553	
C3R3		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	7.735433
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	18	39682.8	2.019732	
C3R4		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	6.599865
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	18	39682.8	2.019732	
		4°	18	39682.8	2.019732	
C4R2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	8.141849
		2°	23	50705.8	1.29058	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	11	24250.6	3.1553	
C4R3		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	7.006281
		2°	23	50705.8	1.29058	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	18	39682.8	2.019732	
8x4R2		Eje Delantero	14	30864.4	0.740118	9.07045
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	11	24250.6	3.1553	
8x4R3		Eje Delantero	14	30864.4	0.740118	7.934882
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	11	24250.6	3.1553	
		4°	18	39682.8	2.019732	
8x4R4		Eje Delantero	14	30864.4	0.740118	6.799314
		2°	18	39682.8	2.019732	
		3°	18	39682.8	2.019732	
		4°	18	39682.8	2.019732	
C2RB1		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	6.851269
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	11	24250.6	3.1553	
C2RB2		Eje Delantero	7	15432.2	0.540669	5.715701
		2°	11	24250.6	3.1553	
		3°	18	39682.8	2.019732	

Resultados:

Se realizó el diseño del pavimento flexible de la vía, puesto que la capacidad portante del suelo se encuentra en buenas condiciones de diseño. Para el diseño del pavimento se tomó en cuenta las normas el Aashto 93, para el cual se diseñó con los siguientes parámetros.

Longitud del tramo 0 + 000 al 3+300

Parámetros de diseño para pavimento flexible. 2021

Figura 16.- Diseño de pavimento flexible – método Aashto 93

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - METODO AASHTO 93

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal → Z_R *Desviación estándar global* → S_o *Número estructural* → SN *Cambio en la Serviciabilidad* → ΔPSI
Ejes equivalentes → $ESAL$ *Módulo de resiliencia* → M_R

Figura 17.- variables de diseño del pavimento

01 VARIABLES DE DISEÑO DEL PAVIMENTO

01.01 VARIABLE DE TIEMPO DE DISEÑO

Se considerará dos variables: periodo de analisis y vida util del pavimento para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de analisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis economico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANÁLISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Figura 18.- Transito

01.02 TRÁNSITO

En el metodo AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El transito esta compuesto por vehiculos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cuál origina distintas fallas en éste. Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

ESAL

1703070.49

De acuerdo al estudio de tráfico vehicular, el número de repeticiones es:

1,703,070

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorías:

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 75000	A 150000	TP0
	De 150001	A 300000	TP1
	De 300001	A 500000	TP2
	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es:

TP6

Figura 19.- Subrasante

01.03 SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es:

20.41%

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinaria

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos:

S4

Figura 20.- Confiabilidad

01.04 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) Desviación Estandar (So)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

So= 0.45

Figura 21.- Factor de confiabilidad

b) Factor Confiabilidad (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP6 es: 85%

c) Probabilidad (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

(Z_R) -1.036

Figura 22.- Criterios de comportamiento

02 CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO 02.01 SERVICIABILIDAD

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

a) Índice de Serviciabilidad (P₀)

El índice de serviciabilidad inicial (P₀) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable de 4,2, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P ₀)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

El Índice de Serviciabilidad Inicial P₀ para el tipo de tráfico TP6 es:

4

Figura 23.- Índice de serviciabilidad final

b) Índice de Serviciabilidad Final (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P _F)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

El Índice de Serviciabilidad Final P_F para el tipo de tráfico TP6 es:

2.5

Figura 24.- Propiedades de los materiales

03 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MODULO RESILIENTE (M_R)

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares porque no se cuenta con los equipos que efectuen este ensayo, por lo tanto existen relaciones que pueden calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El Módulo Resiliente en PSI para un CBR DE 20.41% es: 17,607 psi

User:
FUNCION LOGARITMICA
FORMULA 1 DE AASHTO
93

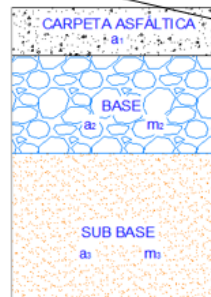
SN REQUERIDO	G_t	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO
2.29	-0.255	6.231	5.859

Aumentar SN Requerido

04 COEFICIENTES ESTRUCTURALES

$$SN = D_1 \times a_1 + D_2 \times a_2 \times m_2 + D_3 \times a_3 \times m_3$$

- D_i = Espesor de la capa en pulgadas.
- a_i = Coeficiente estructural de la capa.
- m_i = Coeficiente de drenaje de la capa



User:
FORMULA 2 AASHTO 93

Figura 25.- Coeficientes estructurales de la capa a1

04.01 COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LA CAPA a_1

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_1)	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfática en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Tratamiento superficial Bicapa	0.250	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.150	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

La componente de pavimento sera de:

Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C

Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será:

0.170

NORMA AASTHO 93

Figura 26.- Coeficientes estructural de la base

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a2)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cemento (f'c= 35 kg/cm2 a los 7 días)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cal (f'c= 12 kg/cm2 a los 7 días)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos

La componente de pavimento sera de: **Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a2 será: **0.052** NORMA AASTHO 93

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a3)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

La componente de pavimento sera de: **Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a3 será: **0.047**

Por lo tanto: $a_1 = 0.170$ $a_2 = 0.052$ $a_3 = 0.047$

Figura 27.- Coeficiente de drenaje de la capa

04.02 COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_i

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1.00$
 El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1.00$

Figura 28.- Calculo de los espesores de la capa

04.03 CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CAPA

SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
2.29	1.77	4.0 cm	12.0 cm	10 cm

Aumentar es

POR PROCESO CONSTRUCTIVO				
SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
3.10	3.12	5.0 cm	15.0 cm	15 cm

05 CONCLUSIONES

a) Por ser una via de bajo volumen de trafico, y al tener un cbr mayor al 20% se considerará:

$D_1 = 2$ pulg $D_2 = 6$ pulg $D_3 = 6$ pulg

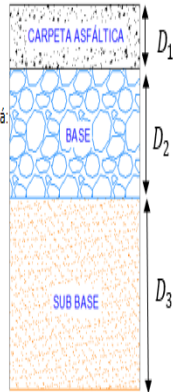


Tabla 32.- Pavimento Flexible

Vida útil	10 – 15 años
Costo	800.000 mil a 1 200.000 millones por kilometro
Paquete Estructural	Sub base, base y carpeta asfáltica.
Mantenimiento	Mantenimiento frecuente
Drenaje	Absorbe humedad con facilidad

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 33.- Pavimento Rígido.

Vida útil	30 años
Costo	De 2 a 3 millones por kilometro
Paquete Estructural	Base y superficie de rodadura
Mantenimiento	Mantenimiento sin frecuencia
Drenaje	Mejor drenaje superficial

Fuente: Elaborado por los investigadores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO ESTRUCTURAL VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR TRAMO KM0+000 - 3+300 DEL PUEBLO SAN LUIS AL PUENTE TULMÁN PIURA. 2021.", cuyos autores son TIMANA GARCIA KEBIN GABRIEL, ORTIZ SOTA MELISSA KATTERINE, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 07 de Octubre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO DNI: 40534510 ORCID 0000-0001-5207-4421	Firmado digitalmente por: LMEDINAC el 07-10-2021 22:20:26

Código documento Trilce: TRI - 0193541