

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO A NIVEL DE
CARPETA ASFÁLTICA DE LA CARRETERA CAMPIÑA, SANTO
DOMINGO Y VIRGEN DEL ROSARIO, DISTRITO DE
BARRANCA, LIMA**

Línea de investigación institucional: Transporte y Urbanismo.

Línea de investigación de la escuela profesional: Transportes.

PRESENTADO POR:

Bach. Estefani Esmeralda Ruty Crispin

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2022

CONTRATAPA

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a mis padres y familiares quienes fueron el pilar en el camino de la superación como profesional, a los docentes de la universidad quienes fueron un referente durante el desarrollo de la carrera profesional.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 323

Que, el (la) bachiller: Bachilleres, **ESTEFANI ESMERALDA, RUTTY CRISPIN**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada: **"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO A NIVEL DE CARPETA ASFÁLTICA DE LA CARRETERA CANPIÑA, SANTO DOMINGO Y VIRGEN DEL ROSARIO, DISTRITO DE BARRANCA, LIMA"**, la misma que cuenta con **108 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **15%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 17 de Octubre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBEN TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Dr. SEVERO SIMEON CALDERON SAMANIEGO
JURADO

Mg. JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES
JURADO

Ing. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

CONTRATAPA.....	II
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPITULO I	16
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Justificación	17
1.3.1. Práctica	17
1.3.2. Teórica	18
1.3.3. Metodológica	19
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Delimitación temporal	19
1.4.2. Delimitación espacial	20
1.4.3. Delimitación económica.....	22
1.5. Limitaciones.....	23
1.6. Objetivos.....	23
1.6.1. Objetivo general	23
1.6.2. Objetivos específicos.....	23
CAPITULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes.....	25
2.1.1. Nacionales.....	25
2.1.2. Internacionales	28

2.2. Marco conceptual	32
2.2.1. Teorías de la Investigación.....	32
2.2.1.1 Diseño de carpeta asfáltica	32
2.2.1.2 Diseño de carpeta asfáltica con RAP, agregado nuevo y PEN 60/70 34	
2.2.1.3 Diseño de pavimento.....	38
2.2.1.4 Métodos para el diseño de pavimento flexible.....	43
2.3. Definición de términos	50
2.4. Hipótesis.....	53
2.4.1. Hipótesis general.....	53
2.4.2. Hipótesis específicos.....	53
2.5. Variables.....	54
2.5.1. Definición conceptual de la variable	54
2.5.2. Definición operacional de la variable	55
2.5.3. Operacionalización de la Variable	56
CAPÍTULO III	58
METODOLOGÍA	58
3.1. Método de investigación	58
3.2. Tipo de Investigación.....	58
3.3. Nivel de investigación	59
3.4. Diseño de investigación.....	59
3.5. Población y muestra	60
3.5.1. Población.....	60
3.5.2. Muestra	60
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
3.7. Procesamiento de la información.....	61
3.8. Técnicas y análisis de datos	62
CAPÍTULO IV	64
RESULTADOS.....	64
4.1. Presentación de resultados específicos	64
CAPÍTULO V.....	96
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	96
5.1. Discusión de resultados específicos.....	96

CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Valores de carga unitaria ASTM D.....	46
Tabla 2 – Valores CBR asociados a tipos de suelos.....	48
Tabla 3 – Especificaciones para la prueba de Razón de Soporte California....	49
Tabla 4 – Métodos de la Norma A.A.S.H.O. T – 180 Aplicables a la	50
Tabla 5 – Operacionalización de las variables.....	57
Tabla 6 – Identificación de calicatas.	68
Tabla 7 – Identificación de ensayos de laboratorio.	69
Tabla 8 – Resultado de la clasificación de suelos.....	70
Tabla 9 – Resultado del valor de CBR obtenidos.....	78
Tabla 10 – Resumen del conteo vehicular.	79
Tabla 11 – Resultado del índice medio diario semanal (IMDS).....	80
Tabla 12 – Resultado del índice medio diario anual (IMDA).	81
Tabla 13 – Resultado del índice medio diario en los próximos 20 años.	82
Tabla 14 – Ensayos en muestras de canteras.	83
Tabla 15 – Registro de canteras.	83
Tabla 16 – Clasificación de tránsito.	87
Tabla 17 – Valores de CBR obtenidos en los ensayos.	88
Tabla 18 – Valor para la determinación del módulo resiliente.	88
Tabla 19 – Módulo resiliente para el diseño.	89
Tabla 20 – Nivel de confiabilidad (R).	90
Tabla 21 – Valores de desviación estándar normal.	90
Tabla 22 – Desviación estándar (S_o).....	91
Tabla 23 – Variación total del índice de serviciabilidad.....	91
Tabla 24 – Coeficiente de drenaje para pavimentos flexibles.	92
Tabla 25 – Cálculo estructural del pavimento flexible – metodología de AASHTO (tramo A).	93
Tabla 26 – Cálculo estructural del pavimento flexible – metodología de AASHTO (tramo B).	94
Tabla 27 – Estructura del pavimento final del tramo A correspondiente del km 00+000 al 03+000.	95

Tabla 28 – Estructura del pavimento final del tramo B correspondiente del km 03+000 al 13+000.	95
Tabla 29 – Estructura del pavimento final tramo 01.	98
Tabla 30 – Estructura del pavimento final tramo 02.	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ubicación departamental de la zona de investigación.	20
Figura 2 - Ubicación provincial de la zona de investigación.	21
Figura 3 - Ubicación distrital de la zona de investigación.	22
Figura 4 - Localización del lugar de investigación.....	22
Figura 5 – Estructura de pavimento flexible.	39
Figura 6 – Ubicación de la cantera albufera.....	84
Figura 7 – Ubicación de la cantera cerro cruz de antival.	84
Figura 8 – Ubicación de la cantera playa quita calzón.....	85

RESUMEN

La investigación se desarrolló teniendo como problema general: ¿En qué medida la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, contribuye con el mejoramiento de esta vía y las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades?, el objetivo general fue: Proponer un diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, y la hipótesis general fue: La propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, sí contribuye con el mejoramiento de esta vía y las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicado, el nivel de investigación fue descriptivo - explicativo y el diseño de investigación fue no experimental. La población lo constituye las carreteras del distrito de Supe, provincia de Barranca, región de Lima, se considera como muestra el tramo de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario (longitud de 13.185 km), en el distrito de Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima.

La conclusión general fue: se ha propuesto según los cálculos obtenidos los espesores del pavimento a nivel de carpetas asfáltica que garantizan un diseño estructural estable para dar transitabilidad a la carretera Campiña – Santo Domingo – Virgen del Rosario, con un confort adecuado para todo tipo de transeúnte y con un tiempo de vida útil mínimo 20 años, siendo el espesor de la carpeta asfáltica de 6.25cm, de la base granular 20cm y de la sub base granular 20cm para el tramo 01 y para el tramo 02 el espesor de carpeta asfáltica de 6.25cm y de la base granular 25cm.

Palabras claves: Pavimento, Carpeta Asfáltica, Carretera y Metodología de Diseño ASSHTO 93.

ABSTRACT

The research was developed with the general problem: To what extent does the pavement design proposal at the level of the asphalt layer of the Campiña, Santo Domingo and Virgen del Rosario highway, district of Barranca, Lima, contribute to the improvement of this road and the socioeconomic conditions of the population of these localities?, the general objective was: To propose a pavement design at the level of the asphalt layer of the Campiña, Santo Domingo and Virgen del Rosario highway, district of Barranca, Lima, and the general hypothesis was: The pavement design proposal at the level of the asphalt layer of the Campiña, Santo Domingo and Virgen del Rosario highway, district of Barranca, Lima, does contribute to the improvement of this road and the socioeconomic conditions of the population of these localities.

The research method was scientific, the type of research was applied, the level of research was descriptive - explanatory and the research design was non-experimental. The population is made up of the highways of the district of Supe, province of Barranca, Lima region, the section of the highway Campiña, Santo Domingo and Virgen del Rosario (length of 13,185 km), in the district of Supe, province of Lima, is considered as a sample. of Barranca, department of Lima.

The general conclusion was: according to the calculations obtained, the thicknesses of the pavement at the level of asphalt folders have been proposed that guarantee a stable structural design to give passability to the Campiña – Santo Domingo – Virgen del Rosario highway, with adequate comfort for all types of traffic. transient and with a minimum useful life of 20 years, with the thickness of the asphalt layer being 6.25cm, of the granular base 20cm and of the granular sub-base 20cm for section 01 and for section 02 the thickness of the asphalt layer of 6.25cm and from the granular base 25cm.

Keywords: Pavement, Asphaltic Layer, Road and ASSHTO 93 Design Methodology.

INTRODUCCIÓN

La carretera Campiña de Supe – Santo Domingo – Virgen del Rosario tiene una longitud de 13.185 km, es un camino de trocha carrozable encontrado en muy mal estado de conservación, además existen alcantarillas en mal estado de conservación, muros de piedra o taludes de arenas por reconstruir y no cuenta con ningún tipo de señalización.

Es oportuno mencionar que el trabajo de investigación plantea la propuesta de diseño de pavimentos a nivel de carpeta asfáltica (pavimento flexible), puesto que el pavimento flexible se considera como uno de los pavimentos con mayor demanda en el ámbito del diseño vial, se realiza el dimensionamiento de los espesores que puedan brindar una óptima trabajabilidad para la estructura y los componentes que conforman el pavimento flexible (carpeta, revestimiento, base y subrasante). Para nuestra tesis se consideró varios puntos de investigación dentro de la carretera, teniendo en cuenta la naturaleza de la subrasante, las limitaciones ambientales, la densidad y la composición del tráfico.

Para lograr todos los objetivos, en nuestro estudio hemos propuesto el método de diseño ASSHTO 93 que define las variables de diseño que se presentarán adecuadamente en las siguientes secciones.

Para la comprensión del tema de investigación, el desarrollo de la tesis se encuentra dividido en capítulos, donde se explica en cada capítulo de una manera directa y concreta en relación al tema investigado. En el primer capítulo se plantea el problema, los objetivos, la justificación e importancia, las delimitaciones y limitaciones. En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico, que incluye los antecedentes revisados y los aspectos básicos del tema investigado, así como las bases teóricas para su desarrollo, la definición de términos, el planteamiento de las hipótesis y la identificación de variables de la investigación. En el tercer capítulo se establece la metodología aplicada, describiéndose el método, tipo, nivel, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información y técnicas de análisis de datos de la investigación. En el cuarto capítulo, se plasma

los resultados obtenidos. En el quinto capítulo se analizan los resultados y discusiones. Finalmente, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, lista de referencias y anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El tramo de la carretera Campiña de Supe – Santo – Domingo - Virgen del Rosario; Actualmente cuenta con un camino de trocha carrozable que no es la única vía, pero si la más corta que les conecta, además de ser corta, está proyectada para evadir y superar las épocas de estiaje y eventos costeros así como el evento del niño costero que sucedió en el año 2017, por el cual los pobladores del tramo sacan sus productos de frutas, verduras y productos de elaboraciones lácteos, recorriendo en promedio 55 minutos a más, para llegar al distrito de Supe u otros distritos donde venden y compran productos de primera necesidad, lo cual dificulta el crecimiento económico de los pobladores, sus costos de producción agrícola son elevados limitándose a sembrar a gran escala por que el traslado de sus productos a los mercados de consumo se convierte en su principal problema.

La mayoría del tramo es de material casajoso con abundante arena y grava, también existen partes rocosas y muy pocas arcillosas. La razón fundamental de la investigación es para facilitar al agricultor a sacar sus productos a los mercados locales y regionales en buenas condiciones, al mayor tiempo y costo posible e incrementar las áreas de cultivo, así como también facilitar el transporte de los pobladores para mejorar su calidad de vida, toda vez que con el proyecto se conseguirá articular vialmente las zonas productivas con los mercados locales y regionales permanentemente. Además de ello los caseríos del distrito de sacaran sus productos por esta vía.

Ante esta realidad, a través de la investigación es necesario realizar la: “propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima”,

1.2. Formulación y sistematización del problema

Ante esta disposición se plantea la siguiente interrogante como problema general:

1.2.1. Problema general

¿En qué medida la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, contribuye con el mejoramiento de esta vía y las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿De qué manera los estudios de topografía y mecánica de suelos aportan en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima?

b) ¿De qué manera el estudio de tráfico aporta en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima?

c) ¿De qué manera la ubicación e identificación de las canteras de material aporta en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica

Tafur (1995), afirma que, “justificar prácticamente una investigación consiste en señalar su uso aplicativo”. Se investiga para solucionar problemas de casos reales que se dan en las diferentes organizaciones.

Bernal (2016), señala que, “una investigación tiene justificación practica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”.

La investigación se justifica, por cuanto la investigación brindará una alternativa más apropiada, para hacer frente al problema de las pésimas condiciones de transitabilidad y proponer el diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica, viéndose favorecidos los pobladores aledaños a la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario del distrito de Barranca, provincia de Lima y departamento de Lima. Del mismo modo, será beneficioso económicamente, pues los pobladores verán disminuidos sus gastos en cuanto a la reparación de vehículos, transporte, tiempo de traslado de un lugar a otro, ya que tendrán un pavimento nuevo para el tránsito vehicular y peatonal, además los predios del sector incrementaron su valor comercial

1.3.2. Teórica

Bernal (2016), señala “una investigación tiene justificación teórica cuando el propósito del estudio es general reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”.

Parella y Martins (2012), indican que la justificación teórica esta “dirigido a resaltar los que pretende profundizar el investigador, sea para avanzar en el conocimiento planteado o para encontrar nuevas explicaciones que modifiquen el conocimiento inicial. En este caso se puede tomar como guía la siguiente interrogante ¿los resultados de la investigación complementan los postulados teóricos que la fundamentan?”.

La investigación se justifica por cuanto, la investigación se realizará con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre los

diseños de pavimentos a nivel de carpeta asfáltica, cuyos resultados serán utilizados como una propuesta, debido a la importancia y aporte como alternativa para el mejoramiento de carreteras.

1.3.3. Metodológica

Espinoza (2014), señala que, “la justificación metodológica se da cuando se propone como novedad, la formulación del nuevo método o técnica en la aplicación de la investigación”.

Parella y Martins (2012), señala que “la justificación metodológica se encuentra referido al uso o propuesta de métodos y técnicas específicas que pueden servir de aporte y/o aplicación para otros investigadores que aborden problemas similares”.

Se justifica porque los tratamientos metodológicos de esta investigación deberán servir de guía para investigaciones similares referidas al diseño de pavimentos a nivel de carpeta asfáltica que se presentan en el ámbito nacional.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación temporal

UAP (2009), señala que, “en la delimitación temporal se debe indicar el mes y año en la que se inicia y finaliza el proyecto, asimismo los aspectos más resaltantes de su realización a tratar en cada una de ellas”.

Carrasco (2006), señala que, “la delimitación temporal está referida al periodo de tiempo que se toma en cuenta, con relación a hechos, fenómenos y sujetos de la realidad, y deben ser de uno, dos o más años”.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en seis (06) meses, comprendidos de mes de marzo hasta el mes de agosto del Año 2022.

1.4.2. Delimitación espacial

Bernal (2016), señala que, “la delimitación espacial son aquellas demarcaciones del espacio geográfico dentro del cual tendrá lugar una investigación. Las investigaciones pueden limitarse a una zona geográfica de una ciudad, a una ciudad, una región, un país, un continente, etc”.

Carrasco (2006), señala que, “la delimitación espacial consiste en señalar expresamente el lugar donde se realiza la investigación, para ello es necesario consignar el nombre del lugar, centro poblado, distrito, provincia, departamento, etc”.

La investigación se realizó sobre el tramo de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, en el distrito de Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima.

Figura 1 - Ubicación departamental de la zona de investigación.



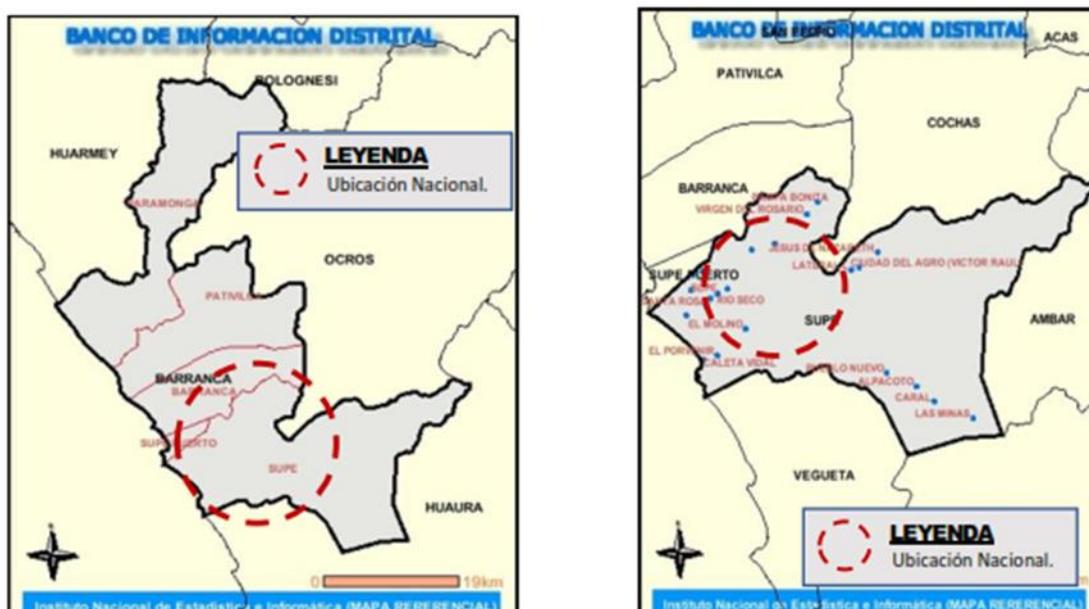
Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 2 - Ubicación provincial de la zona de investigación.



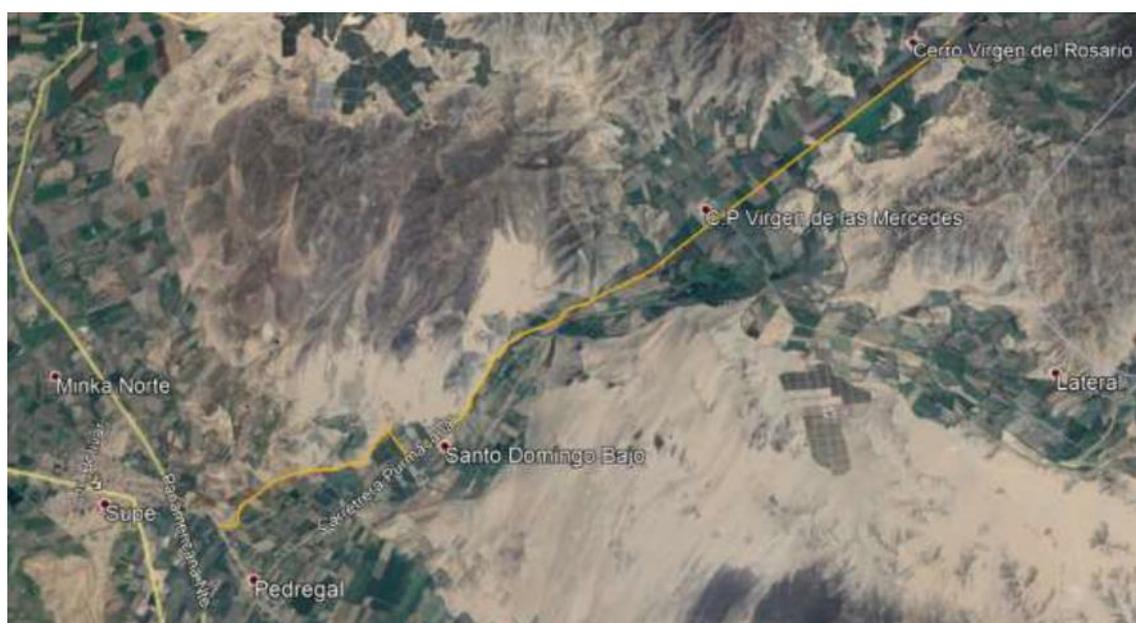
Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 3 - Ubicación distrital de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 4 - Localización del lugar de investigación.



Fuente: google earth.

1.4.3. Delimitación económica

Bernal (2016), señala que, “la delimitación económica hace referencia a la disponibilidad de los recursos financieros para la realización del proyecto de investigación”.

En concordancia con la definición de la delimitación económica, se indica que no hubo inconveniente financiero por el gasto incurrido de preparar este esfuerzo de investigación. El gasto incurrido en el desarrollo de la investigación fue asumido íntegramente por el investigador de esta tesis.

1.5. Limitaciones

Arias (1999), indica que las limitaciones “son obstáculos que eventualmente pudieran presentarse durante el desarrollo de la investigación. La falta de cooperación de los encuestados al suministrar la información es un ejemplo de una limitación u obstáculo confrontado por el investigador”.

UAP (2009), menciona que, “las limitaciones de la investigación se refieren a las restricciones de tiempo, recursos humanos y financieros que tiene el investigador para desarrollar la investigación”.

Principalmente la limitación de la investigación se centró en la no accesibilidad del expediente técnico “mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal mediante carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Supe - provincia de Barranca - departamento de Lima”.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Proponer un diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Ejecutar los estudios de topografía y mecánica de suelos para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.

b) Ejecutar el estudio de tráfico para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.

c) Definir la ubicación e identificación de las canteras de material para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Escobar y Huincho (2017) señalan en la tesis titulada Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Huancavelica – Perú, tiene como objetivo principal, determinar la influencia de parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa - Sachapite Huancavelica. Teniendo como resultado las siguientes conclusiones: Se encontró con IMD 467 veh/día por tanto influye directamente ya que el diseño de la vía en estudio era en el año 2006 con un IMD de 275 veh/día por tanto cambia mucho en cuestiones de diseño al tomar coeficientes y valores de diseño de la carpeta asfáltica y los estudios específicos para el Manual de carreteras de suelos, geología, geotecnia y pavimentos como también al usar las metodologías del AASTHO 93. Según los estudios encontrados en la zona hallamos un ESAL de 2, 289,418 de ejes equivalentes para el 2006 y se encontró el espesor la carpeta asfáltica con 4 pulgadas. Y actualmente para el 2017 la carpeta asfáltica debe ser de 7 pulgadas con un ESAL de 7, 867,970 de ejes equivalentes (EE). Entonces decimos que a mayor ESAL aumenta la carpeta asfáltica requerida y menor ESAL disminuye la carpeta asfáltica, de esa manera la estructura trabaja en óptimas condiciones. El CBR influye directamente porque al diseñar en el pavimento flexible se encontró un CBR de diseño 7.2 % para ambos diseños hecho del 2006 y del 2017, ya que por ser el mismo suelo es recomendar a

trabajar con el mismo CBR de la subrasante si fuera menor se optaría por estabilizaciones u otros métodos.

Rivera (2017) investigó Evaluación del tratamiento superficial bicapa a nivel de ejecución, de la obra mejoramiento de la ruta M-100, Bagua-La Peca; del circuito vial II, Amazonas, optando por la titulación profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca. El desarrollo de esta tesis estuvo principalmente enfocado en evaluar la aplicación del tratamiento superficial bicapa de la ejecución de un proyecto y contrastarlo con su respectivo expediente técnico. A la vez, contempló una metodología de tipo aplicada, perteneciente al nivel descriptivo, la cual fue guiada por un diseño no experimental transversal. En simultáneo, empleó a la observación como técnica para la recolección de datos, esto teniendo en consideración una muestra conformada por 8 kilómetros de vía (Bagua - Parco). Por último, dado el objetivo general ya mencionado, Rivera (2017) obtuvo los resultados descritos a continuación: (a) según el huso granulométrico utilizado, el espesor del tratamiento superficial bicapa no cumple con los tamaños representativos (2.5 centímetros), llegando a uno máximo de 1.9 centímetros, (b) en cuanto a la funcionalidad de la bicapa, se obtuvo un IRI igual a 2.25 m/km, lo cual satisface la especificación que establece un máximo de 2.50 m/km, (c) la ejecución del tratamiento superficial bicapa siguió la dosificación tanto de emulsión como de agregados establecida por el diseño, y (d) se contrasta el hecho de que las especificaciones contempladas en el expediente técnico correspondiente han sido respetadas.

Ticona (2017) desarrolló el documento Tratamiento Superficiales de Pavimentos, optando por la titulación profesional de Ingeniero Civil de la Universidad José Carlos Mariátegui. Esta investigación estuvo principalmente enfocada en la ejecución de una revisión bibliográfica, acerca del tratamiento superficial de pavimentos. En cuanto a la metodología, el documento fue de tipo aplicado, de nivel

descriptivo y de diseño no experimental transversal. Simultáneamente, en cuanto a la técnica empleada para recopilar información, emplearon la revisión documental. Finalmente, dado el objetivo previamente descrito, Ticona (2017) presentó las siguientes conclusiones: (a) el tratamiento superficial de pavimentos constituye una opción válida para la mejora significativa del desempeño de las vías de comunicación, (b) entre las ventajas de la aplicación del tratamiento superficial resaltan aspectos como los bajos costos y su durabilidad, y (c) entre las desventajas de la aplicación del tratamiento superficial resaltan aspectos como requerimientos de mantenimiento constante, aparición de dislocamientos y rodaderas, mayor distancia de frenado en condiciones húmedas, y debilidad frente a elevados volúmenes de tráfico (Ticona,2017).

Torres (2017) desarrolló la tesis titulada Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo Uchubamba – Yamán, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento La Libertad, optando por la titulación profesional de Ingeniero Civil, el informe fue expuesto en la Universidad César Vallejo. El informe tuvo como objetivo general de la tesis desarrollada por Torres (2017) diseñar un proyecto de mejoramiento vial para el tramo Uchubamba – Yamán en el departamento de La Libertad. La metodología empleada fue de tipo aplicada, correspondiente al nivel descriptivo, guiada por un diseño no experimental transversal. Así mismo, aplicó, la observación como una técnica para recopilar datos. Finalmente, el autor obtuvo los siguientes resultados: (a) el levantamiento topográfico ejecutado evidenció la presencia de pendientes longitudinales las cuales se hallaron entre el 5.5% y 7 %, a causa de esto se identifica al área evaluada como terreno accidentado, (b) el análisis de la mecánica de suelos consiguió reconocer la presencia de suelos de grava arcillosa con arena, suelo pobre y un CBR al 95% entre el 34.14% y 33.93%, y (c) la

estructura del pavimento pudo relacionar los espesores de capa con el número estructural, en otras palabras, un tratamiento superficial bicapa de 2.5 centímetros, base granular de 15 centímetros y sub base de hormigón de 27 centímetros.

Gómez (2014) señala en la tesis titulada Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau - Trujillo - La Libertad, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Privada Antenor Orrego – Perú, tiene por objetivo principal, determinar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad. Teniendo como resultado las siguientes conclusiones: El Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad. En el método AASTHO – 93, el cálculo del espesor de la estructura del pavimento, relaciona las variables, considerando principalmente los Factores de Equivalentes de ejes tipo de 80 Kn o 18 Kips o ESALs y el Módulo Resiliente de la Subrasante MR. El procedimiento a seguir para obtener el número estructural SN, es iterativo, de donde se obtiene el espesor de cada capa que forman en paquete estructural del pavimento. Este procedimiento tiende a obtener valores elevados del número estructural en capas superiores, obteniendo un espesor reducido en la capa sub-base, lo que implica un mayor costo en la conformación del paquete estructural.

2.1.2. Internacionales

Castillo (2015) Quien realizo una investigación titulada [Evaluación y rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica del reciclado]. Tuvo como objetivo el proceso de evaluación y rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica del

reciclado, en el tramo (Dm 44.000 al Dm 45.000) de la vía Ambato – Guaranda, a fin de contar con una vía adecuada y dar seguridad al tráfico y a los usuarios de la misma. Llego a la conclusión que: El reciclado de pavimento constituye un procedimiento técnico y práctico para poder realizar rehabilitaciones de pavimentos deteriorados que permiten aprovechar los materiales existentes en la estructura del pavimento.

Poveda, et al (2014) investigaron Diseño de un pavimento para la estructura vial, de la vía conocida como El kilómetro 19, esta inicia en el k2+000 al k2+500, donde comunica las municipalidades de Chipaque - Une, en el departamento de Cundinamarca optando el título profesional de Ingenieros Civiles de la Universidad Católica de Colombia. El principal objetivo de dicha tesis fue formular el diseño de una estructura vial considerando las metodologías Shell, Invias y AASHTO 93. La naturaleza de la metodología empleada fue de tipo aplicada, ubicada en el nivel descriptivo, y guiada por un diseño no experimental transversal. En simultáneo, la recopilación de la información fue efectuada mediante la aplicación del análisis documental, como técnica. Por último, dado el objetivo descrito al inicio de este párrafo, Poveda et al. (2014) obtuvieron los siguientes resultados: (a) el diagnóstico de la vía evidenció que la misma se encontró, en la mayor parte, sin carpeta asfáltica, lo cual resulta efecto de la ausencia de mantenimiento, (b) el método AASHTO 93 se identifica como el más económico frente a los otros dos métodos, (c) el comportamiento de los pavimentos flexibles obedece también a aspectos como la hidrología, temperatura y drenaje regional, (d) entre los métodos de diseño Shell, Invias y AASHTO 93, se observan diferencias estructurales, específicamente en cuanto a los espesores de la carpeta asfáltica, número estructural y capas granulares, y (e) los dos diseños, el de completo de la infraestructura vial y la implementación de un

tratamiento superficial constituyen opciones que garantizan la durabilidad y optimización económica.

Salamanca y Zuluaga (2014) señalan en el trabajo de grado titulado Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos Invias, Aashto 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye - Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del César, trabajo de grado para obtener el título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos por la Universidad Católica de Colombia – Colombia, tiene como objetivo principal, diseñar las estructuras de pavimento flexible por medio de los métodos Invias para medios y altos volúmenes de tránsito, Aashto 93 e Instituto del asfalto para la vía La Ye - Santa Lucia – Barranca Lebrija entre los abscisas K19+250 A K25+750 ubicada en el departamento del Cesar. Teniendo como resultado las siguientes conclusiones: Los suelos encontrados en los 6.5 Km de la vía La Ye Santa Lucia Barranca Lebrija corresponden a limos-arcillosos y arenas limosas en su mayoría. Las estructuras de pavimento definidas por cada uno de los métodos evaluados se basaron en un periodo de diseño de diez años para pavimentos flexibles o su equivalencia en tiempo hasta acumular el número de ejes equivalentes de 8.2 ton adoptado en el diseño. Las estructuras de pavimento diseñadas para la vía la Ye Santa Lucia Barranca Lebrija están en la capacidad de soportar las solicitaciones generadas por un tráfico esperado de 0.51 millones de ejes equivalentes de 8.2 ton bajo unas características de suelos de tipo limo-arcillosos y areno- limosos, para un periodo de diseño de 10 años contados a partir del año 2014 según los requerimientos de cada método.

Cedeño (2014) señala en la tesis titulada Propuesta de metodología complementaria a los diseños de pavimentos según Aashto 93, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil – Ecuador, tiene

como objetivo principal, complementar el diseño propuesto por Aashto 93 con otras metodologías que permitan considerar las condiciones de temperatura a las que está sujeta la estructura de pavimento (flexible) en las distintas regiones del país y su incidencia en el tipo de daño por fatiga. Teniendo como resultados las siguientes conclusiones: Como se pudo observar en las tablas la estructura de pavimento que están sujetos a las más altas temperaturas en el Ecuador son principalmente los pavimentos de la costa, en la sierra los pavimentos muestran un mejor comportamiento ante la fatiga de capa asfáltica debido a sus bajas temperaturas (alrededor de 15°) sin embargo a bajas temperaturas se debe tomar en cuenta el aumento de rigidez de la capa asfáltica que de no tener suficiente resistencia puede fatigarse con más facilidad que una capa asfáltica más flexible, la región amazónica tiene temperaturas que están entre los 2 toques que son la sierra y la costa mostrando un comportamiento favorable durante una temporada del año. Tener este tipo de información disponible permite al diseñador considerar distintas opciones al conocer los comportamientos variables que se presentan en las distintas regiones del país. Por medio de análisis por métodos aproximados en conjunto con métodos complementarios se puede tener una idea bastante acertada acerca de lo que conviene en el diseño de espesores y se pueden tomar mejores decisiones con niveles de incertidumbre muchos más bajos. La aplicación propuesta en el trabajo resulta muy útil y cumple de manera eficiente con su cometido ya que permite al diseñador ingresar una serie de pocos datos y conseguir un resultado aproximado acerca del comportamiento de la estructura del pavimento flexible frente a cargas y efectos del medio ambiente.

Castillo (2014). Quien realizó una investigación titulada [Evaluación y rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica del reciclado en frío]. Tuvo como objetivo el proceso de evaluación y

rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica del reciclado en frío, en el tramo (Dm 34.000 al Dm 35.000) de la vía Ambato – Guaranda, a fin de contar con una vía adecuada y dar seguridad al tráfico y a los usuarios de la misma. Llego a la conclusión que: El reciclado de pavimento constituye un procedimiento técnico y práctico para poder realizar rehabilitaciones de pavimentos deteriorados que permiten aprovechar los materiales existentes en la estructura del pavimento.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la Investigación

2.2.1.1 Diseño de carpeta asfáltica

Orellana, Susana (2016, P.15), Para diseñar una mezcla asfáltica, primero se debe determinar de qué materiales se compone la mezcla y qué método se va a diseñar. Estas mezclas asfálticas consisten en agregados gruesos y agregados finos y otras piedras, y deben estar bien graduadas. para determinar el uso de proporciones.

Como aglutinante se volverá a utilizar cemento asfáltico. Estas mezclas se preparan a una temperatura alta de 140 a 150 °C, mientras que la temperatura del cemento asfáltico suele estar entre 110 y 130 °C.

Cuando las diferentes piedras están calientes y secas, se mezclan sus ingredientes y se les agrega cemento asfáltico en cantidades predeterminadas.

Finalmente, se deben tomar en cuenta los siguientes factores para que la estructura del pavimento asfáltico sea estable y duradera:

- La granulometría de los materiales pétreos

- El contenido de asfalto

- Las características del cemento asfáltico

“Hay diferentes métodos para poder diseñar una mezcla asfáltica en caliente, siendo el método Marshall uno de los más utilizados, método desarrollado por el Ing. Bruce Marshall, con este método a través de las gráficas Marshall se determinan los porcentajes de vacíos de aire, la densidad, la estabilidad Marshall, la fluencia y el óptimo contenido de asfalto” (Méndez, 2015, P.35).

1.- Densidad: Buitrago, Juan (2016, P.20), La densidad de la mezcla compactada se define como una unidad del mismo peso obtenido de las pruebas de laboratorio de las briquetas, que se obtiene dividiendo el peso de las briquetas en el aire por el volumen de las briquetas. La densidad es la característica más importante de las briquetas. Uno, porque es importante conseguir una alta densidad para que el recubrimiento sea duradero.

2.- Vacíos de aire: “El % de vacíos de aire de las mezclas asfálticas son pequeñas burbujas de aire que se encuentran presentes en los agregados pétreos revestidos en la mezcla compactada final. El % de vacíos de aire permitidos por norma oscila entre 3 y 5%” (Fernández, 2010, P.60).

3.- Estabilidad: “Se define como la capacidad que tiene todo pavimento flexible de resistir las cargas que producen los vehículos y sin que se produzcan en el pavimento flexible agrietamiento o deformaciones” (Tafur, 2008, P.45).

4.- Fluencia: “La fluencia de una mezcla asfáltica se define como la deformación total de una mezcla asfáltica expresada en mm, que experimentan las briquetas ensayadas en la maquina Marshall desde que reciben las cargas de la maquina Marshall hasta que se produzca la deformación” (Galván, 2015, P.50).

2.2.1.2 Diseño de carpeta asfáltica con RAP, agregado nuevo y PEN 60/70

López, Diego (2014, P.35), Para realizar el diseño de carpeta asfáltica con pavimento reciclado (RAP), se tiene que tener en cuenta el diseño convencional de carpeta sin RAP, el cual será patrón de comparación con la carpeta asfáltica diseñada con un porcentaje de pavimento reciclado.

Como primer paso se tiene que determinar qué porcentaje de RAP se va a utilizar en la mezcla, ya que se busca un diseño que cuente con las mismas o similares características que el diseño patrón, para lo cual se tiene que determinar la granulometría del reciclaje, tener en cuenta para que tipo de vía se va a diseñar esta carpeta para definir el tipo de gradación a utilizar y de esa manera comprobar si la granulometría de los porcentaje mezclados de los materiales cumplen con esos parámetros de gradación.

La clasificación del tamaño de agregado consta de 3 tipos, a saber, MAC-1, MAC-2 y MAC-3, cada tamaño de partícula se caracteriza por el tamaño máximo de partícula del agregado.

En el segundo paso, después de determinar el tipo de camino y la nivelación a utilizar, debe determinar el tipo

de cemento asfáltico a utilizar para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, si en un clima frío utilizará S/ 120/150 cemento asfáltico, si es clima templado se debe usar cemento asfáltico PEN 65/100, en climas cálidos se usa cemento asfáltico el tipo de cemento es PEN 60/70.

Cuando se definen los resultados de la prueba y se definen los resultados de la prueba de la unidad de piedra, la mezcla de asfalto se desarrollará utilizando el método Marshall para desarrollar una mezcla de asfalto caliente.

Este método solo se usa para proyectos de pavimento y asfalto caliente con un tamaño máximo de agregado de 25 mm (1 pulgada) o menos. Este método Marshall permite la determinación de la densidad de la mezcla, el análisis de vacíos, el contenido de asfalto, la estabilidad, la fluencia y el contenido óptimo de asfalto para mezclas asfálticas en caliente.

1.- Densidad de la mezcla: Galván, Luis (2015, P.61), La densidad se define como el peso de la unidad de la unidad (el peso del volumen mixto). La densidad suele ser la característica más importante que el conductor debe considerar porque es importante porque cualquier acera preparada debe tener una alta densidad para lograr una acera larga. Por lo tanto, la densidad obtenida en el laboratorio es la densidad estándar que se utiliza como punto de referencia para evaluar si la densidad del revestimiento terminado es la adecuada.

2.- Porcentaje de vacíos de aire (VTM): López, Diego (2014, P.45), “los vacíos de aire son pequeñas burbujas de aire que se encuentran presentes en los agregados pétreos revestidos en la mezcla”.

La especificación establece que la capa superficial tiene un porcentaje de vacío (en muestras de laboratorio) entre 3% y 5%. La densidad y la fracción de vacíos están directamente relacionadas, es decir, cuanto mayor sea la densidad, menor será la fracción de vacíos en la mezcla y viceversa.

3.- Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA): Galván, Luis (2015, P.72), “el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA), es calculada con base en el peso específico total del agregado y se expresa como un % del volumen total de la mezcla compactada. Por lo tanto, el VMA puede ser calculado al restar el volumen del agregado del volumen total de la mezcla compactada”.

El porcentaje de vacío permisible (en pruebas de laboratorio) para la capa superficial es de al menos 14%.

4.- Porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA): Méndez, Angélica, (2015, P.32), “se definen como el porcentaje de vacíos inter granulares que hay entre las partículas de los agregados pétreos, las cuales se encuentran llenas de contenido de asfalto”.

La porosidad de los agregados minerales (VMA) se obtiene restando la porosidad del agregado y dividiéndola por la VMA, y el resultado se expresa en porcentaje.

5.- Estabilidad y Flujo: “La estabilidad y el flujo se determinan directamente con la maquina Marshall, la cual determinara la estabilidad que es la resistencia que tiene la mezcla a la deformación, y la fluencia que mide la deformación de mezcla bajo cargas” (Molero, 2014, P.20).

Para llevar a cabo estas pruebas, se tuvieron que producir briquetas con diferentes contenidos de brea. Anteriormente, estas briquetas debían remojarse en un tanque de agua durante 30 a 40 m. La temperatura del agua en el tanque debe ser de 60°C.

Una vez terminado el baño maría se procede a colocar las briquetas en la prensa Marshall para determinar sus respectivos ensayos de estabilidad y fluencia.

Se Colocará el medidor que mide el flujo sobre la barra guía que se encuentra marcada y comprobará la lectura inicial. La carga se aplicará a una velocidad de deformación de 2 pulg/min (50.8 mm/minuto) hasta que ocurra la falla, es decir cuando se alcance la máxima carga, la estabilidad se define como la máxima carga obtenida y se expresa en Newton, mientras la fluencia se determina con el medidor de deformaciones de cual los resultados se determinan en centésimas de pulgada 0.01 pulgadas (0.25 mm).

Para una correcta realización del ensayo de estabilidad y fluencia se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ El tiempo que debe transcurrir para poner la biqueta en la prensa Marshall desde el baño maría es de 60 segundos.
- ✓ Las briquetas en el baño maría deben permanecer entre 30 y 40 minutos.

6.- Contenido de asfalto: Quesada, Vallejo (2009, P.51), “el contenido de asfalto que debe contener la mezcla es muy importante y se tiene que determinar en el laboratorio, y luego ser controlada en obra. El contenido

óptimo de asfalto de una mezcla se obtiene al restar el asfalto absorbido del contenido total de asfalto”.

Una vez encontrados los resultados del porcentaje de asfalto y los resultados del ensayo Marshall; analizamos los datos graficando, tabulando y corrigiendo los valores de estabilidad para cada testigo ensayado (ASTM D1559), se calculará el promedio de tres juegos de testigos ensayados.

Las gráficas Marshall son las siguientes:

1. El peso unitario Vs % de cemento asfáltico
2. La estabilidad Vs % de cemento asfáltico
3. El flujo Vs % de cemento asfáltico
4. % de vacíos de aire Vs % de cemento asfáltico
5. % de vacíos de agregado mineral Vs % de cemento asfáltico
6. % de vacíos de cemento asfáltico Vs % de cemento asfáltico

Otra de las maneras de poder calcular el contenido óptimo de asfalto, es al promediar los resultados de los valores de los gráficos Marshall como son, el peso unitario, el % de los vacíos de aire y la estabilidad, el promedio de estos 3 valores nos dará como resultado el porcentaje óptimo de asfalto.

2.2.1.3 Diseño de pavimento

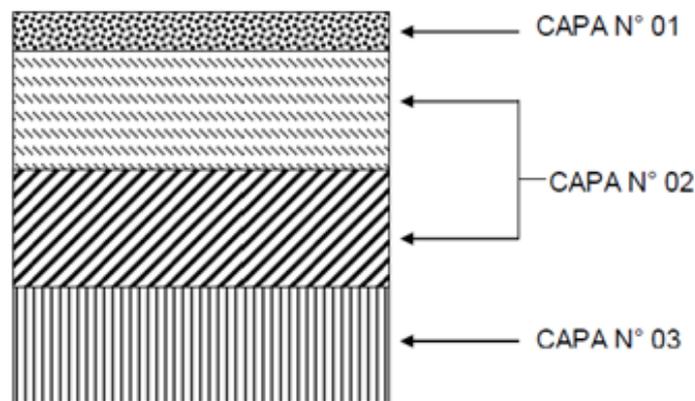
El diseño estructural de pavimentos flexibles es la razón fundamental de todo proyecto vial.

Las variables utilizadas en el diseño son en algunos casos mediciones in situ, mientras que en otros casos se utilizan datos empíricos para especificar el espesor del pavimento.

Si se realiza un buen diseño del pavimento y una buena construcción del mismo se tendrá una formidable respuesta de parte del pavimento por su comodidad, seguridad y durabilidad.

El pavimento no necesariamente puede ser de una capa o de igual resistencia por capa. Cuanto más profunda una capa, menor podrá ser su resistencia, pues las cargas que a ella se transmiten serán más reducidas por llegar más repartidos.

Figura 5 – Estructura de pavimento flexible.



Fuente: Wendor C, M (2007).

CAPA N° 01.- Rodadura; pudiendo ser de: mezclas asfálticas en caliente, mezclas asfálticas en frío, tratamientos superficiales.

CASO N° 02.- Base y/o sub-base; pudiendo ser: mezcla asfáltica en caliente, mezcla asfáltica en frío, suelo procesado, suelo estabilizado, suelo natural.

CASO N° 03.- Llamado también sub-rasante o suelo de fundación; pudiendo ser de: suelo procesado, suelo estabilizado, suelo natural.

El espesor del pavimento y sus respectivas capas está relacionado con las variables inherentes involucradas en el diseño del pavimento.

1.- Consideraciones de diseño estructural de pavimentos:

Comportamiento del pavimento: El comportamiento del pavimento está relacionado con la funcionalidad del mismo, esta característica proviene: de la estructura del pavimento, las condiciones físicas y los agentes externos que dañan al pavimento.

Hace unos años, se aceptó una gran cantidad de conceptos si el comportamiento del paciente del servicio en la acera se determinó dónde se encuentra el servicio, o en la medida en que la construcción de las aceras y el comportamiento de su tiempo de uso.

El tráfico: Está basado en las cargas esperadas y acumulativas de un eje equivalente a 18,000 lbs. Durante el período de análisis.

Para cualquier situación de diseño donde se espera que la estructura de pavimento original dure todo el período de análisis sin reparaciones, solo se requiere el ESAL acumulado durante el período de análisis. Si se consideran reparaciones durante el análisis, el diseñador debe definir el flujo acumulativo para cada capa.

Suelo sub-rasante: El comportamiento de los suelos de sub-rasante (suelos de fundación) tiene una gran influencia en los pavimentos porque sobre ellos descansan y reciben todas las cargas que son transmitidas por el mismo pavimento. La representación del suelo de fundación en el diseño de estructuras es por medio del

Módulo de resiliencia (M_r) y por este factor se puede definir el tipo de pavimento que se colocará en la vía proyectada. Es importante precisar que la obtención del módulo resiliente (modulo dinámico) es compleja porque no se tiene un número constante puesto que puede variar según las condiciones climáticas o drenaje y esto hace variar los resultados de los diseños calculados. Se trabajará con el promedio de todos los valores de (M_r) obtenidos.

Materiales de construcción: Conocer los tipos de materiales de construcción disponibles cerca del proyecto afecta en gran medida el costo y el rendimiento de la estructura. Asimismo, al calcular el espesor del pavimento, se debe tener en cuenta las propiedades bien definidas de los materiales que forman el pavimento, como base granular y capa asfáltica, que a su vez tienen otras condiciones favorables, como: cemento, rellenos, suelo con buena granulometría, asfalto, aditivos, etc.

El clima: Las condiciones climáticas a menudo afectan las condiciones del lecho de la carretera y el proceso de desgaste. Los climas cálidos reducen la estabilidad de las mezclas asfálticas, por otro lado, las mezclas asfálticas en climas fríos tienen un alto potencial de fisuración. Además, la superficie asfáltica en altitudes elevadas y en climas tropicales está sujeta a la oxidación del cemento asfáltico. En otras regiones, la presencia de subsuelos elevados y/o propensos a heladas puede verse muy influenciada por el clima. El clima suele ir acompañado de dos importantes factores perjudiciales para el pavimento como son la temperatura y el agua, estos factores externos actúan en desorden por lo que se debe proteger

el pavimento de estos dos factores perjudiciales para la estructura del pavimento.

Drenaje: Tradicionalmente, la base granular y la subrasante de un pavimento están diseñadas solo para resistencia, con menos énfasis en el drenaje. Se debe formar una buena base de partículas para drenar rápidamente el agua del pavimento. El drenaje o la calidad del drenaje de un material depende de varios aspectos, incluida la permeabilidad del material, la distribución del tamaño de las partículas, el porcentaje de finos (a través de malla 200) y la geometría de la superficie y el subsuelo. acera.

Confiabilidad: La confiabilidad se refiere al nivel de probabilidad de que la estructura de pavimento diseñada se mantenga durante el período de análisis. La fiabilidad del diseño tiene en cuenta los posibles cambios en el tráfico previsto, así como los cambios en el modelo de comportamiento de AASHTO, lo que proporciona un cierto grado de fiabilidad (R) para garantizar que la sección de pavimento dure tanto como está diseñada.

Costo y ciclo de vida: Los espesores mínimos de las capas del pavimento, han sido establecidos de acuerdo a los procedimientos descritos anteriormente y luego de ser verificado de acuerdo a limitantes en su construcción y mantenimiento, el costo de inversión inicial del pavimento debe ser minimizado para proveer una alternativa de diseño para cada combinación de materiales considerados.

Diseño de bermas: Las bermas son las calzadas lindantes de la rasante o carpeta de rodadura de la carretera y que comúnmente sirven de auxiliares para la

parada de vehículos en mal estado, también como vías secundarias contra el alto tráfico de la carretera; por lo tanto, se considera como mínimo en W18 del 2% del carril de diseño.

Consecuentemente no se requiere del mismo espesor de la calzada.

2.2.1.4 Métodos para el diseño de pavimento flexible

Para el diseño del pavimento flexible existen los siguientes métodos:

1.- Método del índice de Grupo: Método que se basa en las características físicas del material y, principalmente en su composición granulométrica y grado de plasticidad. De este modo bastará efectuar el Análisis mecánico y determinar los límites líquido y plástico del agregado.

La clasificación de un suelo en un determinado grupo, se basa en su grado de plasticidad y el porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200. Estos índices se pueden determinar o mediante la forma empírica o mediante gráficos.

$$IG = 0.20 + 0.005 ac + 0.01 bd.$$

Donde:

% material que pasa el tamiz N° 200, menos 35.

Si el % > 75, solo se anotará 75, y % < 35, se anotará 0.

% material que pasa el tamiz N° 200, menos 15.

Si el % > 55, solo se anotará 55, y si es < 15, se anotará 0

El valor del límite líquido, menos 40.

Si el ll > 60%, solo se anotará 60, y < 40%, se anotará 0.

El valor del índice de plasticidad, menos 10.

Si el índice de plasticidad es mayor de 30, se anotará solo 30, y si es menor de 10, se anotará 0.

Una vez determinado el respectivo Índice de Grupo de un suelo, pueden calcularse los espesores de cimientó, firme y capa de rodamiento; teniendo de cuenta lo siguiente:

El terreno de fundación compactada a humedad óptima y densidad máxima, (> 95% densidad máxima).

Cimiento y firme bien compactada al 100% de su densidad máxima.

Los diferentes tipos de tránsito para la determinación de espesores, son los siguientes:

- ✓ Tránsito ligero: Tránsito comercial (camiones y autobuses) < 50 veh/día.
- ✓ Tránsito mediano: Tránsito comercial (camiones y autobuses) entre 50 y 300 veh/día.
- ✓ Tránsito pesado: Tránsito comercial (camiones y autobuses) > 300 veh/día.

2.- Método de Wyoming: Basado este método en el C.B.R. del terreno de fundación, tomando en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Precipitación anual del lugar, tomada de las estaciones pluviométrica – vecino al lugar donde se proyecta a construir la carretera.
- ✓ Situación de la Napa Freática, la profundidad a la que se encuentra el nivel de aguas subterráneas, con respecto al terreno de fundación.
- ✓ Acción de los Helados, se consideran LIGERAS, si no hay hinchamientos del pavimento.

- ✓ Si el hinchamiento es $> 2''$ se considera como PERJUDICIAL.
- ✓ Condiciones generales: drenajes superficial y subterráneo, para estos casos se toman como: Excelente (0), Regular (2), Adversa (6).
- ✓ Tránsito, calculado para un período de 20 años.

3.- Método del C.B.R.: El método CBR (California, Bearing Ratio = Relación de Soporte California) se ha generalizado y es, hoy en día, uno de los más empleados para el cálculo de pavimentos flexibles.

Se establece en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo, y su capacidad de soporte como base de sustentación para pavimentos flexibles.

La mayoría de las fallas en pavimentos flexibles se producen por desplazamiento ósea falla Al corte de los materiales del mismo.

La resistencia al corte de un suelo puede efectuarse por ensayo de corte directo de una prueba triaxial o midiendo la resistencia a la penetración del material.

Se establece en este método una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo, y su valor relativo (CBR en %) como base de sustentación de pavimentos flexibles. Este método es empírico, pero se basa en innumerables trabajos de investigación, por lo que se le considera como uno de los mejores métodos prácticos.

El método California o CBR, comprende:

- ✓ Determinación de la densidad máxima y humedad óptima.

- ✓ Determinación de las propiedades expansivas del material.
- ✓ Determinación de la relación de soporte California o CBR.
- ✓ Los CBR para el diseño de pavimentos flexibles comprenden a una penetración de 0.1” y a un material compactado y saturado. Si el clima o algún otro factor alejan la posibilidad de que el T.F. se sature, el CBR puede efectuarse para un estado de humedad distinto al de saturación.
- ✓ En general el CBR deberá verificarse para las condiciones de humedad y densidad que prevalecerán en la obra a construirse.
- ✓ El CBR está dado por:

$$C.B.R. = \frac{\text{Presión unitaria del ensayo}}{\text{Presión unitaria patrón}} \times 100 (\%)$$

Los valores de la carga unitaria que habrá de utilizarse en la realización del ensayo están establecidos por la Norma ASTM D 1883 y entre ellas tenemos:

Tabla 1 – Valores de carga unitaria ASTM D.

PENETRACION		PRESION UNITARIA PATRON	
mm	pulg	MPa	psi
2.5	0.10	6.9	1.000
5.0	0.20	10.3	1.500
7.5	0.30	13.0	1.900
10.0	0.40	16.0	2.300
2.7	0.50	18.0	2.600

Fuente: FIC – UNI Departamento de construcción – Ensayo razón de soporte de California (C.B.R.) LIMA 99.

Estos valores no son únicos, la norma define el rango de penetración para determinar con mayor precisión la curva en el caso de lecturas de carga con prensas de accionamiento manual. La muestra CBR se prepara de la misma forma que el test Proctor, indicando sus valores óptimos (MDS y OCH) que comprobarán el estado de la muestra a ensayar.

Una vez moldeadas se sumergen en agua con una sobrecarga adicional que se asemeje al pavimento que va a soportar el terreno.

Es así que el CBR obtenido corresponderá al estado más crítico del suelo: Bajo saturación y soportado las capas del pavimento.

Estas muestras se sometieron a una prueba de penetración en una prensa a una velocidad de deformación de 1,27 mm/min. Tome lecturas de carga y penetración cada 0,5 mm hasta obtener una distancia de penetración total de 12,7 mm. Usando estos valores, la curva del efecto insertado y el cálculo CBR correspondiente desde allí es un gráfico. El valor de CBR se usa para determinar la relación entre el comportamiento del suelo, que se usa principalmente para su uso en la base y el suelo básico debajo de la rodilla y la aeronave. La experiencia local e internacional en la construcción de pavimentos ha utilizado la siguiente tabla como dirección de diseño un CBR típico.

Tabla 2 – Valores CBR asociados a tipos de suelos.

No CBR	Clasificación General	Usos	SISTEMA D E CLASIFICACION	
			Unificado	AASTHO
0-3	Muy pobre	Fundación	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre a regular	Fundación	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, sub-base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: FIC – UNI Departamento de construcción – Ensayo razón de soporte de California (C.B.R.) LIMA 99.

Tabla 3 – Especificaciones para la prueba de Razón de Soporte California (C.B.R.) A.S.T.M.- D 1883.

DIMENSIONES DEL MOLDE D EL ENSAYO	
MOLDE PROPIAMENTE DICHO	6" (15.2 cm) de diámetro y 7" (17.78 cm) de altura.
EXTENSIÓN DESMONTAJE	6" (15.2 cm) de diámetro y 2" (5.08 cm) de altura.
DISCO ESPACIADOR	5 15/16" (15.08 cm) de diámetro y 2.5" (6.3 cm) de altura.
PISION	
Similares dimensiones de la Prueba de Proctor	
ANILLOS DE SOBRECARGA	
DIMENSIONES Y PESO	Diámetro ligeramente inferior al molde con peso de 2.27 ± 0.02 kg cada uno.
PISTON DE PENTRACION	
DIÁMETRO Y AREA	1.92" (4.9 cm) de diámetro y aprox. 19.4 cm ² de área
LONGITUD	4" (10 cm)
APARATO DE MEDICION DE EXPANSION	
Especificaciones	Vástago ajustable y placa perforada, así como un trípode y micrómetro con aproximación al 0.0025 cm (0.001")

Fuente: FIC – UNI Departamento de construcción – Ensayo razón de soporte de California (C.B.R.) LIMA 99.

Tabla 4 – Métodos de la Norma A.A.S.H.O. T – 180 Aplicables a la compactación para C.B.R.

	METODO B	METODO D
- Material	Pasa tamiz N° 4	Pasa tamiz 3/4"
- Molde usado	6"	6"
- N° de capas	5	5
- N° de golpes por capa	56	56
- Volumen del molde sin collar	1/13.33 pie ³	1/13.33 pie ³
- Energía de compactación en libras-pie por cada pie ³	55.986	55.986

Fuente: FIC – UNI Departamento de construcción – Ensayo razón de soporte de California (C.B.R.) LIMA 99.

2.3. Definición de términos

1. **Pavimento:** Se define al pavimento como la estructura que descansa sobre el terreno de fundación conformado por capas de espesores y calidades diferentes de acuerdo al diseño del proyecto y construido para soportar cargas estáticas y móviles por un tiempo determinado.
2. **Pavimento rígido:** Aquel pavimento en la cual la capa de rodamiento está formada por concreto de cemento Portland con o sin armadura de fierro. En algunos casos, estos pavimentos podrán llevar una carpeta de desgaste formada por una mezcla bituminosa.
3. **Pavimento flexible:** Aquel pavimento en que la capa de rodamiento tiene una base semirrígida, sobre la cual se ha construido una capa de rodamiento formada por una mezcla bituminosa de alquitrán o asfalto.
4. **Terreno de fundación:** Sirve de fundación del pavimento después de terminado el movimiento de Tierra y una vez compactado tiene las

secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño.

5. **Superficie subrasante:** Corresponde al terreno de fundación, cota final.
6. **Sub base:** Capa de material seleccionado que se coloca sobre la subrasante.
7. **Base:** Capa de material pétreo, mezcla de suelo, cemento, mezcla bituminosa o piedra tratada que se coloca sobre la sub-base.
8. **Capa de rodamiento:** Capa que se coloca sobre la base y está formada por una mezcla bituminosa.
9. **Carpeta de desgaste o sello:** Está formado por una aplicación bituminosa de asfalto, su objetivo es sellar la superficie pavimentada; impermeabilizándola, a fin de evitar la infiltración de las aguas de lluvia, además protege la capa de rodamiento contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos.
10. **Superficie rasante:** La que soporta el tránsito de los vehículos motorizados.
11. **Análisis granulométrico:** Se llama también análisis mecánico, y consiste en la determinación de los porcentajes de piedra, grava, arena, limo y arcilla que hay en una cierta masa de suelo.
12. **Peso específico:** El peso específico, o gravedad específica, de un suelo, es la relación entre el peso, al aire, de sus partículas minerales y el peso, al aire, del agua destilada, considerando un mismo volumen y una misma temperatura.
13. **Asfaltos:** Los Asfaltos son materiales aglomerantes y aglutinantes de color oscuro, constituido por mezcla completa de hidrocarburos no volátiles de elevado peso molecular.

- 14. Bitumen:** Mezcla de hidrocarburos obtenidos en estado natural o por diferentes procesos físico – químicos, con sus derivados de consistencia variable y con poder aglutinante e impermeabilizante, siendo soluble en Bisulfuro de Carbono C25.m El elemento aglutinante activo que constituye el asfalto se llama bitumen.
- 15. Asfaltos de petróleo:** Producidos por el refinado del petróleo en unidades de destilación primaria y de vacío. El producto obtenido del fondo de la destilación primaria (RUP O crudo reducido) es destilado a 1 psi de presión de vacío y alta temperatura (700 °F).
- 16. Imprimación:** Es un riego de asfalto diluido que se coloca sobre la superficie de la base a fin de impermeabilizarla.
- 17. Riego de liga:** Es la imprimación sobre un pavimento asfáltico antiguo. En este caso se usa el RC, porque ya no se necesita tanta penetración. Puede ser un RC – 1,2 ó 3, en alquitranes RT-6,7 ó 8, en emulsiones RS – 1. Proporción ½ lit/m².
- 18. Riego de sello:** Es la que se aplica sobre la carpeta terminada se da un riego de producto asfáltico que cubre un riego de material predeterminado, compactado por medio de dos pasadas de un compactadora de rodillo liso de 4.5 a 7.0 ton y posteriormente se compacta las veces que sea necesaria.
- 19. Mezclas asfálticas:** Elaborados en planta y se aplican en frío o en caliente. Dan origen a las llamadas carpetas asfálticas; pueden usarse algunos asfaltos líquido, pero preferentemente se emplean cementos asfálticos cuya penetración está comprendida entre 85 y 200.
- 20. Diseño de mezclas:** Es una mezcla asfáltica en caliente de pavimentación, el asfalto y el agregado son combinados en proporción exactas. La proporción relativa de estos materiales determinan las propiedades físicas de la mezcla y eventualmente el desempeño de la misma como pavimento terminado.

21. Filler: Es un agregado fino que viene a ser un “rellenador mineral” que es lo que falta al árido para cerrar su granulometría. También se utiliza el polvo mineral.

22. Contenido de asfalto: La proporción de asfalto en las mezclas es importante y debe ser determinada exactamente en el laboratorio y luego controlada con precisión en la obra. El contenido óptimo del asfalto en una mezcla depende de granulometría y capacidad de absorción.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, sí contribuye con el mejoramiento de esta vía y las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades.

2.4.2. Hipótesis específicos

- a) Los estudios de topografía y mecánica de suelos sí aportan en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.
- b) El estudio de tráfico sí aporta en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.
- c) La ubicación e identificación de las canteras de material sí aporta en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.

2.5. Variables

Carrasco (2006) señala que, “las variables pueden definirse como aspectos de los problemas de investigación que expresan un conjunto de propiedades, cualidades y características observables de las unidades de análisis, tales como individuos, grupos sociales, hechos, procesos y fenómenos sociales o naturales”.

Arias (1999), señala que, “una variable es una cualidad susceptible de sufrir cambios. Un sistema de variables consiste, por lo tanto, en una serie de características por estudiar, definidas de manera operacional, es decir, en función de sus indicadores o unidades de medida.

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Para Carrasco (2006) la definición conceptual de la variable, “consiste en definir la variable diciendo ¿qué es?, es decir, describir y conceptualizar la variable empleando otros términos”.

Para Palella y Martins (2012), “la definición conceptual de la variable se limita a explicar el significado de la variable utilizando palabras conocidas. Esta definición designa un objeto o fenómeno de acuerdo con una convención lingüística mediante un enunciado general. Se trata simplemente de llamar a algo de una manera determinada, sin hacer ninguna afirmación sustantiva sobre ese fenómeno u objeto”.

Variable independiente: Para Carrasco (2006), “pertenecen a este grupo las que ejercen influencia o causan efecto o determinan a otras dependientes y son las que permiten explicar a éstas”.

Arias (2012), señala que, “las variables independientes son las causas que generan y explican los cambios en la variable dependiente”.

Para la investigación desarrollado se consideró como variable independiente a la: Propuesta de diseño a nivel de carpeta asfáltica.

Variable dependiente: Para Carrasco (2006), variable dependiente “son aquellas que reciben la influencia, el efecto o son consecuencia de otras variables o situaciones fácticas, es decir son las que se explican en función a otras”.

Arias (2012), señala que, “las variables dependientes son aquellas que se modifican por acción de la variable independiente. Constituyen los efectos o consecuencias que se miden y que dan origen a los resultados de la investigación”.

Para la investigación desarrollado se consideró como variable dependiente al: Estudios de ingeniería.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Para Carrasco (2006) la definición operacional de la variable, “es aquella que permite observar y medir la manifestación empírica de las variables, en otras palabras, es la definición por desagregación o descomposición de las variables en sus referentes empíricos, mediante un proceso de deducción, es decir, de lo más general a lo más específico”.

Para la investigación se ha considerado las siguientes definiciones operacionales de las variables:

Propuesta de diseño a nivel de carpeta asfáltica: Los concretos asfálticos constituyen la clase superior de los pavimentos bituminosos. La estructura del pavimento terminara con la carpeta asfáltica, este pavimento de concreto asfaltico es el pavimento de mejor calidad. Está compuesto de agregado bien gradado y cemento asfaltico, los cuales son calentados y mezclados en proporciones exactas en una planta de mezclado en caliente.

Después de que las partículas del agregado son revestidas uniformemente, la mezcla en caliente se lleva al lugar de la construcción, en donde el equipo de asfaltado la coloca sobre la base que ha sido previamente preparada. Antes de que la mezcla se enfríe, las compactadoras proceden a compactarla para lograr la densidad especificada. A medida que se enfría, el asfaltado se endurece y recupera las propiedades ligantes que hacen de él un material vial eficaz capaz de soportar el tránsito. La dosificación o fórmula de la mezcla de la carpeta asfáltica (o simplemente mezcla asfáltica en caliente) así como los regímenes de temperatura de mezclado y de colocación que se pretenda utilizar, se presentan con cantidades o porcentajes definidos y únicos.

Estudios de ingeniería: Es aquella que, en contraste con la ingeniería básica, el nivel de especialización de los encargados es mayor. Como resultado de los estudios de ingeniería se obtienen los documentos técnicos necesarios para la planificación y ejecución de la obra. Gracias a ella, se optimizan los recursos ya sea, la mano de obra o los materiales.

2.5.3. Operacionalización de la Variable

Arias (2012), señala que, “la operacionalización de la variable se emplea en la investigación científica para designar al proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores”.

Moreno (1999), señala que, “la operacionalización de la variable consiste en hacer deliberadamente un manejo operativo de cada variable, es decir, definir los indicadores e índices con los cuales se va a expresar concretamente la variable con base en los conceptos y elementos que intervienen en el problema de investigación”.

Tabla 5 – Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación
Propuesta de diseño a nivel de carpeta asfáltica.	Independiente	Carpetas asfálticas.	centímetros	Método AASHTO 93
		Estudio topográfico	unidades	En gabinete mediante procesamiento de datos. En campo mediante calicatas.
		Comportamiento mecánico de los suelos.		En campo mediante conteo vehicular.
		Estudio de mecánica de suelos	adimensional	En gabinete mediante procesamiento de datos
		Estudio de tráfico	unidades	
Estudios de ingeniería	Dependiente	Propiedades físicas y mecánicas del material.		Normas
		Estudio de canteras	adimensional	

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Para Quezada (2015), “el método científico, se caracteriza por ser reflexiva, sistemática y metódica; que tiene por finalidad obtener información relevante y fidedigna, con el fin de entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”.

En el desarrollo de la investigación se utilizó el método científico, dado que el conocimiento científico intenta establecer relaciones causales entre variables expresadas, primero en forma de hipótesis y, después en forma de leyes y teorías, la investigación científica sólo puede justificarse por la aplicación rigurosa de los métodos y procedimientos que, en conjunto, integran el método científico, cuya estructura básica constituye la única garantía del conocimiento científico. Pimienta y De la Orden (2012)

3.2. Tipo de Investigación

Carrasco (2006) considera que la investigación aplicada “se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad”.

Ante la definición conceptual del tipo de investigación, se indica que en el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el tipo de investigación aplicada, ello debido a que la investigación se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ellas se derivan. La investigación aplicada busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar, le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de un conocimiento del valor universal.

3.3. Nivel de investigación

Carrasco (2006) considera que el nivel de investigación descriptivo “responde a la pregunta ¿cómo son?, ¿dónde están?, ¿cuántos son?, ¿quiénes son?, etc; es decir, nos dice y refiere sobre las características, cualidades internas y externas, propiedades y rasgos esenciales de los hechos y fenómenos de la realidad, en un momento y tiempo histórico concreto y determinado”. Así mismo:

Carrasco (2006) considera que el nivel de investigación explicativa “responde a la pregunta ¿por qué?, es decir, con este estudio podemos conocer por qué un hecho o fenómeno de la realidad tiene tales y cuales características, cualidades, propiedades, etc, en síntesis, por qué la variable en estudio es como es”.

Ante las definiciones conceptuales del nivel de investigación, se menciona que en el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el nivel de investigación descriptivo – explicativo, debido que se pretende medir y recoger la información de la situación actual de la zona de estudio.

3.4. Diseño de investigación

Carrasco (2006) define a los diseños no experimentales de investigación, “como aquellos cuyas variables independientes carecen de manipulación intencional y no poseen grupo de control, ni mucho menos experimental. Analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia”.

Ante la definición conceptual del diseño de investigación, se indica que en el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el diseño de investigación no experimental, ya que las variables no fueron manipuladas y la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o modalidad de variables en un momento dado.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

De acuerdo con Fracica (1988), población es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo”. En tanto que, para Jany (1994), la población es “la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia o bien, unidad de análisis”. Por otro lado, para Silvia (2012), “la población es el conjunto de todas unidades de análisis (individuos, eventos, sucesos, objetos, entre otros), en los cuales se pretende realizar una investigación de acuerdo a posibles características en común entre ellos, los cuales se encuentran en un determinado tiempo y espacio dado”.

En concordancia con la definición conceptual de población, se tiene que la población lo constituye las carreteras del distrito de Supe, provincia de Barranca, región de Lima.

3.5.2. Muestra

Para Bernal (2016), muestra “es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo de la investigación y sobre la cual se efectuaran la medición y la observación de las variables objeto de estudio”. En tanto que para Silvia (2012), “la muestra es un conjunto representativo de la población, la cual es determinado de acuerdo a la investigación que se realice y tomando ciertos criterios de selección que permitan extraer unidades de estudio representativo”.

La muestra de estudio para la investigación fue el tramo de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, en el distrito de Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para Bavaresco (2001), “las técnicas de recolección de datos son procedimientos y actividades que permiten comprobar el problema planteado de la variable estudiada en la investigación, por lo tanto, el tipo de investigación determinará la técnica a emplear y los instrumentos son las herramientas que se emplean para obtener los datos de la realidad que se estudia”.

Mientras que para Arias (2020):

“las técnicas son las respuestas al ¿Cómo hacer?, permiten el desarrollo científico y metodológico de la investigación, en este caso las técnicas no son el fin, sino, el medio, y los instrumentos son las herramientas que sirven como apoyo para lograr el propósito del estudio, en el caso de un músico su instrumento es una guitarra o un piano, su técnica es la afinación o la interpretación, en el caso de un pintor sus instrumentos son los pinceles y las pinturas, y las técnicas serían sus trazos y mediciones. Los instrumentos se aplican a la población y/o la muestra del estudio, todo estudio debe tener una técnica y un instrumento por lo menos, puede tener más depende del alcance y tiempo del estudio, solo las encuestas y los test deben ser validados para poder ser aplicados”.

De la definición de técnicas e instrumentos de recolección de datos, para el desarrollo de la investigación se utilizó como:

Técnicas de recolección de datos:

- ✓ Observación
- ✓ Análisis documentario

Instrumentos de recolección de datos:

- ✓ Ficha de observación
- ✓ Revisión bibliográfica de libros

3.7. Procesamiento de la información

Munch y Ángeles (2009), “señalan que el procesamiento de la información consiste en revisar los datos para detectar errores u omisiones, procesarlos

y organizarlos en la forma más clara posible, ordenarlos de manera uniforme, eliminar respuestas contradictorias o erróneas y ordenarlas para facilitar su tabulación. Generalmente, se realiza al mismo tiempo que la codificación”.

El procesamiento de la información, es el proceso mediante el cual los datos individuales se agrupan y estructuran con el propósito de responder a:

- ✓ Problema de Investigación
- ✓ Objetivos
- ✓ Hipótesis del estudio

Para el análisis y procesamiento de datos se utilizarán modelos tabulares, numéricos y gráficos, además de softwares aplicativos de ingeniería donde se consideró.

Microsoft Excel: Se exportó cuadros, datos estadísticos de los resultados, datos obtenidos de las diferentes etapas en el proceso del desarrollo del presente trabajo de suficiencia profesional.

Microsoft Word: Con lo cual se elaboró la parte descriptiva del presente trabajo de suficiencia profesional.

AutoCAD: Permitió plasmar los resultados en planos de la especialidad de estructuras.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para Arias (1999), “las técnicas y análisis de datos describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso”.

Munch y Ángeles (2009), “señalan; una vez que se ha recopilado y tabulado la información, es necesario analizarla para presentar los resultados. El análisis de datos dependerá de la complejidad de la hipótesis y del cuidado con que se haya elaborado el plan de investigación, ya que sí este se

diseñó en forma adecuada, los resultados de la investigación proporcionarán el análisis casi automáticamente”.

De acuerdo con la definición de técnicas y análisis de datos, en el desarrollo de la presente investigación, se tuvo en cuenta como técnica y análisis de datos la estadística descriptiva e inferencial, haciéndose uso de los modelos tabulares gráficos y numéricos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

4.1.1. Resultados de los estudios de topografía y mecánica de suelos

1.- Estudios de topografía: Los resultados del estudio se desarrollaron según la información en nuestra base de datos, por tanto, en cada una de ellas se han ejecutado y/o realizado los siguientes puntos:

1.1.- Control horizontal: Para determinar los puntos de apoyo que sirven para dar la posición exacta al levantamiento topográfico, se nos proporcionó 2 puntos establecidos de IGN para poder realizar el levantamiento topográfico. En la siguiente tabla se pueden observar las coordenadas de la mencionada estación en el sistema WGS-84.

Se han obtenido errores de 0.50m en nivelación y 1cm en posición lo cual se acepta para este tipo de trabajos y se encuentra dentro de las tolerancias permitidas.

1.2.- Control vertical: Para determinar los BMs que sirven como control vertical al levantamiento topográfico, se debió enlazar el levantamiento a través de una nivelación a un BM oficial establecido por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

1.3.- Topografía: Se realizó el levantamiento topográfico de las zonas adyacentes al área de interés utilizando una estación total, levantando taquimétricamente por el método mixto (ángulo y distancia), todas las infraestructuras existentes como son reservorios, postes de luz, buzón de desagüe, caja porta medidor de agua, etc. Todas estas referenciadas a los vértices de la poligonal de apoyo.

1.4.- Coordenadas de los puntos de apoyo: Mediante los 2 puntos de apoyo de IGN se estableció una poligonal electrónica para los trabajos topográficos, las coordenadas en el sistema WGS-84 de los mencionados puntos se pueden observar en el anexo correspondiente.

1.5.- Trabajo de gabinete: Toda información tomada en el campo fue transmitida a la computadora de trabajo a través del programa Leyca Survey.

Esta información ha sido procesada por el modulo básico haciendo posible tener un archivo de radiaciones sin errores de cálculo, con su respectiva codificación de acuerdo a la ubicación de puntos.

Se utilizó una hoja de cálculo que hizo posible utilizar el programa autocad civil 3D. Para el cálculo de la poligonal electrónica en el sistema UTM se requirió lo siguiente:

a.- Resumen de las distancias horizontales: Resumen de registro de las lecturas de las distancias electrónicas y cenitales, que como el anterior es un extracto de las distancias electrónicas inclinadas observadas y los ángulos verticales observados en el campo. Las distancias inclinadas medidas con el distanciometro se corrigieron por refracción, por temperatura y altura sobre el nivel del mar.

Para el cálculo de reducción de distancias, refracción y curvatura, se trasladaron los datos del formato de campo al de cálculo de elevaciones, tanto de los ángulos verticales observados, así como de las distancias inclinadas corregidas.

Se procedió a calcular la excentricidad vertical debido a la diferencia existente entre la altura del instrumento y la altura de la señal visada. Para la otra corrección por refracción y curvatura que siempre es positiva se aplicó la formula siguiente:

$$e_{cr} = e_c - e_r = \frac{D^2}{2R}(1-K)$$

Igual procedimiento se siguió para las distancias cenitales recíprocas.

El ángulo medio o semidiferencia de las distancias cenitales (h) se ha obtenido del promedio de las diferencias entre las distancias cenitales corregidas recíprocas y directas que también tienen valores positivos o negativos.

Las distancias horizontales y verticales o desniveles se obtuvieron por las fórmulas siguientes:

$$D_H = 100(L_s - L_i) \cdot \text{sen}^2(\phi)$$

$$D_V = 100(L_s - L_i) \cdot \text{sen}(\phi) \cdot \text{cos}(\phi)$$

Donde:

$K=100$ (constante diastiomométrica)

ϕ = Ángulo cenital

L_s = Hilo superior

L_m = Hilo medio

L_i = Hilo inferior

Considerando que el error de cierre vertical está dado por la suma de desniveles positivo y negativo que en una poligonal cerrada debe ser igual a cero. Este error de cierre vertical debe ser compensado distribuyéndose la corrección proporcional a las longitudes de los lados de la poligonal.

b.- Procesamiento de la información topográfica y descripción de la metodología del software utilizado: El procesamiento de la información topográfica se desarrolló con el software civil cad 2018, el cual es un software que trabaja en entorno cad, en cuanto a la metodología de trabajo, la describimos a continuación:

- ✓ Se importó al programa la información topográfica en formato de puntos delimitados por comas (CSV).
- ✓ Seguidamente se procedió a generar y editar las mallas de triangulación (TIN) generada en función a las coordenadas y cotas de los puntos, tomando como criterio dicha edición la forma del terreno observada en campo.
- ✓ Se procedió a dibujar con ayuda de los croquis de campo los detalles de la planimetría ayudándonos de los puntos obtenidos del colector de datos.

2.- Estudio de mecánica de suelos: Este estudio ha sido efectuado por medio de trabajo de explotación de campo y ensayo de laboratorio necesario para evaluar los parámetros de resistencia del suelo. El programa de trabajo ha consistido en:

- ✓ Reconocimiento de terreno.
- ✓ Recopilación de información.
- ✓ Ubicación y ejecución de calicatas.
- ✓ Toma de muestras alteradas.
- ✓ Ejecución de ensayos de laboratorio.
- ✓ Perfil stratigráfico.

a.- Trabajos de campo: Los trabajos de exploración de campo se realizaron con la finalidad de definir el perfil stratigráfico en el área de estudio, se ejecutaron 27 pozos de exploración a cielo abierto alcanzando el máximo a 1.50m de profundidad, distribuidos convenientemente en el terreno disponible.

Excavación de calicatas: Con la finalidad de identificar los diferentes estratos de suelo y su composición, se ejecutó la excavación con maquinaria de 27 calicatas a cielo abierto a los que denominamos C-1 a la C-27, alcanzando una profundidad máxima de 1.50m, se encontró nivel freático en las C-15 y C-16 a una profundidad de 0.85m, se tomaron muestras convenientemente para realizar los ensayos y que fueron identificadas y embaladas en bolsas de polietileno y que fueron remetidas al laboratorio de suelos.

Tabla 6 – Identificación de calicatas.

Calicata	Profundidad	Napa Freática	Ubicación
C-01	1.50m	N.A.	00+000
C-02	1.50m	N.A.	00+500
C-03	1.50m	N.A.	01+000
C-04	1.50m	N.A.	01+500
C-05	1.50m	N.A.	02+000
C-06	1.50m	N.A.	02+500
C-07	1.50m	N.A.	03+000
C-08	1.50m	N.A.	03+500
C-09	1.50m	N.A.	04+000
C-10	1.50m	N.A.	04+500
C-11	1.50m	N.A.	05+000
C-12	1.50m	N.A.	05+500
C-13	1.50m	N.A.	06+000
C-14	1.50m	N.A.	06+500
C-15	1.50m	0.85m	07+000
C-16	1.50m	0.90m	07+500
C-17	1.50m	N.A.	08+000
C-18	1.50m	N.A.	08+500
C-19	1.50m	N.A.	09+000
C-20	1.50m	N.A.	09+500
C-21	1.50m	N.A.	10+000
C-22	1.50m	N.A.	10+500
C-23	1.50m	N.A.	11+000
C-24	1.50m	N.A.	11+500
C-25	1.50m	N.A.	12+000
C-26	1.50m	N.A.	12+500
C-27	1.50m	N.A.	13+000

Fuente: Elaboración propia.

b.- Ensayos de laboratorio: Con las muestras alteradas obtenidas procedente de la calicata, se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos, consistente en el análisis granulométrico por tamizado, límites de astterberg (índice de plasticidad, contenido de humedad. Dichos ensayos se realizaron en el laboratorio LABCENTERSUELOS SAC, siguiendo las normas de la American Society, For and Materials (ASTM).

Tabla 7 – Identificación de ensayos de laboratorio.

Ensayo	Norma Técnica
Análisis granulométrico, agregados finos y gruesos	ASTM C-422
Límites de astterberg (líquido y plástico)	ASTM D-4318
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	ASTM M-145
Contenido de humedad	ASTM D-2216
Proctor modificado	ASTM D-1557
Valor relativo de soporte - CBR	ASTM D-1883

Fuente: Elaboración propia.

Clasificación de suelos: El suelo ha sido clasificado de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), según muestra en los ensayos de laboratorio.

Tabla 8 – Resultado de la clasificación de suelos.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m).	MUESTRA	GRANULOMETRIA (%)			INDICE DE PLASTICIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	CBR		CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASHTO.
			GRAVA	ARENA	FINOS			0.1"	0.2"		
1	0.45 – 1.50	M - 1	0.00	63.8	36.2	NP	1.4	13.6	18.8	SM	A - 4 (0)
2	0.30 – 1.50	M - 1	0.00	62.8	37.2	NP	1.2	—	—	SM	A - 4 (0)
3	0.40 – 1.50	M - 1	0.00	64.9	35.1	NP	1.0	12.3	16.9	SM	A - 4 (0)
4	0.20 – 1.50	M - 1	0.00	59.3	40.7	NP	0.8	—	—	SM	A - 4 (1)
5	0.10 – 1.50	M - 1	0.00	62.0	38.0	NP	0.7	—	—	SM	A - 4 (1)
6	0.00 – 1.50	M - 1	0.00	64.6	35.4	NP	1.2	12.9	17.3	SM	A - 4 (0)
7	0.00 – 1.50	M - 1	0.00	62.8	37.2	NP	2.1	—	—	SM	A - 4 (0)
8	0.35 – 1.50	M - 1	59.8	37.2	3.0	NP	1.7	—	—	GP	A - 1 - a (0)
9	0.45 – 1.50	M - 1	61.9	33.4	4.8	NP	2.1	61.6	82.7	GP	A - 1 - a (0)
10	0.20 – 1.50	M - 1	60.9	36.2	2.9	NP	2.2	—	—	GP	A - 1 - a (0)
11	0.25 – 1.50	M - 1	61.4	36.4	2.1	NP	2.4	—	—	GP	A - 1 - a (0)
12	0.25 – 1.50	M - 1	59.7	36.8	3.6	NP	2.3	63.2	88.7	GP	A - 1 - b (0)
13	0.25 – 1.50	M - 1	61.4	35.4	3.2	NP	1.7	—	—	GP	A - 1 - a (0)
14	0.25 – 1.50	M - 1	59.9	36.7	3.3	NP	1.5	—	—	GP	A - 1 - a (0)
15	0.30 – 1.50	M - 1	59.0	36.3	4.8	NP	2.0	66.3	87.9	GP	A - 1 - a (0)
16	0.30 – 1.50	M - 1	58.3	39.4	2.3	NP	Sat.	—	—	GP	A - 1 - a (0)
17	0.20 – 1.50	M - 1	37.4	60.1	2.5	NP	Sat.	—	—	SP	A - 1 - b (0)
18	0.00 – 1.50	M - 1	43.8	52.3	3.9	NP	2.2	64.1	86.3	SP	A - 1 - b (0)
19	0.00 – 1.50	M - 1	40.3	56.2	3.5	NP	2.1	—	—	SP	A - 1 - b (0)
20	0.00 – 1.50	M - 1	36.3	60.7	3.0	NP	2.3	—	—	SP	A - 1 - b (0)
21	0.15 – 1.50	M - 1	47.3	49.1	3.5	NP	2.3	53.9	71.0	SP	A - 1 - b (0)
22	0.35 – 1.50	M - 1	36.7	60.3	2.9	NP	2.1	—	—	SP	A - 1 - b (0)
23	0.35 – 1.50	M - 1	40.6	56.4	3.1	NP	2.0	—	—	SP	A - 1 - b (0)
24	0.25 – 1.50	M - 1	60.2	36.8	3.1	NP	1.8	65.6	87.7	GP	A - 1 - a (0)
25	0.20 – 1.50	M - 1	61.0	35.7	3.3	NP	1.8	—	—	GP	A - 1 - a (0)
26	0.40 – 1.50	M - 1	63.3	34.0	2.7	NP	1.4	—	—	GP	A - 1 - a (0)
27	0.45 – 1.50	M - 1	57.4	39.5	3.2	NP	1.4	64.1	85.8	GP	A - 1 - a (0)

Fuente: Elaboración propia.

Perfil estratigráfico: De acuerdo a los trabajos realizados en las excavaciones de calicatas se ha podido determinar el siguiente perfil estratigráfico del área de estudio.

Calicata N°01:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.45m: Se encuentra un material granular con piedras hasta de 4" de tamaño en forma aisladas tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.45 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas limosas, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color beige claro, con una humedad de 1.4%.

Calicata N°02:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.30m: Se encuentra un material granular con piedras hasta de 2" a 3" de tamaño tipo capa de afirmado.
- ✓ Profundidad de 0.30 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas limosas, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color beige claro, con una humedad de 1.2%.

Calicata N°03:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.40m: Se encuentra un material granular con piedras hasta de 2" a 3" de tamaño tipo capa de afirmado.
- ✓ Profundidad de 0.40 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas limosas, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color beige claro, con una humedad de 1.0%.

Calicata N°04:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.20m: Se encuentra un material granular, tipo de afirmado.
- ✓ Profundidad de 0.20 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas limosas, de plasticidad nula, de

compacidad semi suelto, de color beige claro, con una humedad de 0.8%.

Calicata N°05:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.10m: Se encuentra un material granular, tipo de afirmado.
- ✓ Profundidad de 0.10 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas limosas, de plasticidad nula, de compacidad semi suelto, de color beige claro, con una humedad de 0.7%.

Calicata N°06:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas limosas de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color beige claro, con una humedad de 1.6%.

Calicata N°07:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas limosas de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color beige claro, con una humedad de 2.1%.

Calicata N°08:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.35m: Se encuentra un material granular, con piedra hasta de 4" en forma aisladas, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.35 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, con fragmentos de piedra hasta de 3" de tamaño tipo angulares, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 1.7%.

Calicata N°09:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.45m: Se encuentra un material granular, con piedra hasta de 3” a 4” de tamaño en forma aisladas, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.45 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, con fragmentos de piedra hasta de 3” a 4” de tamaño tipo angulares, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.1%.

Calicata N°10:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.20m: Se encuentra un material granular, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.20 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.2%.

Calicata N°11:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.25m: Se encuentra un material granular, con piedras hasta de 4” de tamaño en forma aisladas, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.25 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.4%.

Calicata N°12:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.25m: Se encuentra un material granular, con piedras hasta de 4” de tamaño en forma aisladas, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.25 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad

nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.0%.

Calicata N°13:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.25m: Se encuentra un material granular, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.25 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 1.7%.

Calicata N°14:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.25m: Se encuentra un material granular, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.25 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 1.5%.

Calicata N°15:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.30m: Se encuentra un material granular, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.30 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, con fragmentos de piedra hasta de 3" de tamaño tipo canto rodado, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.0%.

Calicata N°16:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.30m: Se encuentra un material granular, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.30 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de medio saturado.

Nota: A partir de los 1.30m de profundidad se encuentra el nivel freático.

Calicata N°17:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.20m: Se encuentra un material granular, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.20 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas con gravas con poco finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de medio saturado.

Nota: A partir de los 1.10m de profundidad se encuentra el nivel freático.

Calicata N°18:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.15m: Se encuentra un material granular, tipo relleno.
- ✓ Profundidad de 0.15 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas con gravas con poco finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.6%.

Calicata N°19:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas con gravas con poco finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.1%.

Calicata N°20:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas con gravas con poco finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.3%.

Calicata N°21:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.15m: Se encuentra un material granular, tipo afirmado.
- ✓ Profundidad de 0.15 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas con gravas con poco finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.3%.

Calicata N°22:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.35m: Se encuentra un material granular, tipo afirmado.
- ✓ Profundidad de 0.35 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas con gravas con poco finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.1%.

Calicata N°23:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.35m: Se encuentra un material granular, tipo afirmado.
- ✓ Profundidad de 0.35 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por arenas con gravas con poco finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 2.0%.

Calicata N°24:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.25m: Se encuentra un material granular, tipo afirmado grueso.
- ✓ Profundidad de 0.25 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 1.5%.

Calicata N°25:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.20m: Se encuentra un material granular, tipo afirmado grueso.

- ✓ Profundidad de 0.20 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 1.8%.

Calicata N°26:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.20m: Se encuentra un material granular, tipo afirmado grueso.
- ✓ Profundidad de 0.20 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 1.4%.

Calicata N°27:

- ✓ Profundidad de 0.00 – 0.45m: Se encuentra un material granular, tipo afirmado grueso.
- ✓ Profundidad de 0.45 – 1.50m: Se encuentra un material mal graduada compuesto por gravas, arenas y finos, de plasticidad nula, de compacidad compacto, de color marrón claro, con una humedad de 1.4%.

Valor relativo de soporte: La siguiente tabla proporciona una descripción general de los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en las diversas muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 9 – Resultado del valor de CBR obtenidos.

Tramo	Calicata N°	Tipo de Suelo	CBR de la M. D. S.	
			100 %.	95 %.
A	1	SM	13.0	9.0
	3	SM	12.0	8.5
	6	SM	13.0	10.5
B	9	GP	62.0	48.0
	12	GP	63.5	52.5
	15	GP	66.0	53.0
	18	SP	64.0	48.0
	21	SP	53.0	39.0
	24	GP	65.0	45.5
	27	GP	64.0	48.0

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Resultados del estudio de trafico

1.- Estudio de trafico: Con el objetivo de conocer la demanda actual, se debe efectuar estudios de trafico los cuales permiten recoger información ya sea del flujo vehicular que circula por el camino, así como información respecto a los usuarios del camino y tiempos de viaje.

El conteo de tráfico se realiza para tener una estadística real del volumen de tránsito vehicular diario que pasan por un punto predeterminado de acuerdo a la clasificación según su capacidad de carga.

A continuación, se muestra las tablas de conteo vehicular:

Tabla 10 – Resumen del conteo vehicular.

DIA	SENTIDO	VEHICULO MENOR	STATION WAGON	CAMIONETA RURAL	COMBIS	MICRO BUS	CAMION			SEMITRAILER		TRAILERS			TOTAL
							2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	2T2	2T3	3T2	
LUNES	INGRESO	69	47	41	42	10	7	5	4	1	8	2	1	1	238
	SALIDA	71	46	41	38	10	7	3	4	1	8	2	1	1	233
	AMBOS SENTIDOS	140	93	82	80	20	14	8	8	2	16	4	2	2	471
MARTES	INGRESO	88	43	51	42	9	7	5	4	7	10	2	1	1	270
	SALIDA	88	60	54	59	10	7	5	3	4	6	1	3	1	301
	AMBOS SENTIDOS	176	103	105	101	19	14	10	7	11	16	3	4	2	571
MIERCOLES	INGRESO	58	43	56	41	7	7	6	3	1	6	1	2	1	232
	SALIDA	69	71	40	40	5	7	5	4		6	1	2	1	251
	AMBOS SENTIDOS	127	114	96	81	12	14	11	7	1	12	2	4	2	483
JUEVES	INGRESO	34	43	44	34	10	6	3	2		4	1		1	182
	SALIDA	53	36	38	33	10	7	3	1		5	1		1	188
	AMBOS SENTIDOS	87	79	82	67	20	13	6	3	0	9	2	0	2	370
VIERNES	INGRESO	59	43	41	42	10	7	5	3		4	1	1		216
	SALIDA	51	50	35	38	7	7	5	4	1	8	1	1		208
	AMBOS SENTIDOS	110	93	76	80	17	14	10	7	1	12	2	2	0	424
SABADO	INGRESO	73	43	39	48	11	7	5	4	1	8	2	1	1	243
	SALIDA	91	47	59	36	9	7	4	3	3	7	5	2		273
	AMBOS SENTIDOS	164	90	98	84	20	14	9	7	4	15	7	3	1	516
DOMINGO	INGRESO	24	12	12			1		1						50
	SALIDA	11	13	6			1		1			2	1	1	36
	AMBOS SENTIDOS	35	25	18	0	0	2	0	2	0	0	2	1	1	86
TOTAL	INGRESO	405	274	284	249	57	42	29	21	10	40	9	6	5	1431
	SALIDA	434	323	273	244	51	43	25	20	9	40	13	10	5	1490
	AMBOS SENTIDOS	839	597	557	493	108	85	54	41	19	80	22	16	10	2921

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de tráfico diario semanal o índice medio diario semanal (IMDS), se obtiene a partir del volumen diario registrado en el conteo vehicular aplicando la siguiente formula:

$$IMDS = \sum v_i / 7$$

Donde:

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

A continuación, se muestra la tabla del resultado del cálculo del índice medio diario semanal:

Tabla 11 – Resultado del índice medio diario semanal (IMDS).

DIA	SENTIDO	VEHICULO LIGERO				VEHICULO PESADO								TOTAL	
		VEHICULO MENOR	STATION WAGON	CAMIONETA RURAL	COMBIS	MICRO BUS	CAMION			SEMITRAILER		TRAILERS			
							2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	2T2	2T3		3T2
LUNES	AMBOS SENTIDOS	140	93	82	80	20	14	8	8	2	16	4	2	2	471
MARTES	AMBOS SENTIDOS	176	103	105	101	19	14	10	7	11	16	3	4	2	571
MIERCOLES	AMBOS SENTIDOS	127	114	96	81	12	14	11	7	1	12	2	4	2	483
JUEVES	AMBOS SENTIDOS	87	79	82	67	20	13	6	3	0	9	2	0	2	370
VIERNES	AMBOS SENTIDOS	110	93	76	80	17	14	10	7	1	12	2	2	0	424
SABADO	AMBOS SENTIDOS	164	90	98	84	20	14	9	7	4	15	7	3	1	516
DOMINGO	AMBOS SENTIDOS	35	25	18	0	0	2	0	2	0	0	2	1	1	86
TOTAL	AMBOS SENTIDOS	839	597	557	493	108	85	54	41	19	80	22	16	10	2921
	IMDS	120	85	80	70	15	12	8	6	3	11	3	2	1	416
		85.34%				14.66%								100%	

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el índice medio diario anual (IMDA), utilizamos la siguiente formula:

$$IMDA = FC \times IMDS$$

Donde:

IMDS = Índice medio diario semanal.

FC = Factor de corrección semanal.

A continuación, se muestra la tabla del resultado del cálculo del índice medio diario anual:

Tabla 12 – Resultado del índice medio diario anual (IMDA).

DIA	SENTIDO	VEHICULO LIGERO				VEHICULO PESADO								TOTAL	
		VEHICULO MENOR	STATION WAGON	CAMIONETA RURAL	COMBIS	MICRO BUS	CAMION			SEMITRAILER		TRAILERS			
							2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	2T2	2T3		3T2
LUNES	AMBOS SENTIDOS	140	93	82	80	20	14	8	8	2	16	4	2	2	471
MARTES	AMBOS SENTIDOS	176	103	105	101	19	14	10	7	11	16	3	4	2	571
MIERCOLES	AMBOS SENTIDOS	127	114	96	81	12	14	11	7	1	12	2	4	2	483
JUEVES	AMBOS SENTIDOS	87	79	82	67	20	13	6	3	0	9	2	0	2	370
VIERNES	AMBOS SENTIDOS	110	93	76	80	17	14	10	7	1	12	2	2	0	424
SABADO	AMBOS SENTIDOS	164	90	98	84	20	14	9	7	4	15	7	3	1	516
DOMINGO	AMBOS SENTIDOS	35	25	18	0	0	2	0	2	0	0	2	1	1	86
TOTAL	AMBOS SENTIDOS	839	597	557	493	108	85	54	41	19	80	22	16	10	2921
	IMDS	120	85	80	70	15	12	8	6	3	11	3	2	1	416
	FACTOR DE CORRECCION	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	IMDA	120	85	80	70	15	12	8	6	3	11	3	2	1	416

Fuente: Elaboración propia.

Para el tránsito a futuro (proyectado), la carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina como demanda diaria promedio a servir al final del periodo de diseño, 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. Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando la siguiente fórmula:

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

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

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

n = Año para el cual se calcula el volumen de tráfico.

I = Tasa anual de crecimiento del tránsito, definida en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico (tasa anual de

crecimiento poblacional) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

Tabla 13 – Resultado del índice medio diario en los próximos 20 años.

AÑO	TOTAL	VEHICULO	STATION	CAMIONETA	COMBIS	MICRO	CAMION	SEMITRAILER	TRAILERS
		120	85	80	70	15	26	11	6
2020	FC	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	IMD	120	85	80	70	15	26	11	6
2025	FC	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
	IMD	137	97	91	80	17	30	13	7
2030	FC	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
	IMD	158	112	106	92	20	34	15	8
2035	FC	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
	IMD	178	126	118	104	22	38	16	9
2040	FC	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
	IMD	244	173	162	142	30	53	22	12

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Resultados de la ubicación e identificación de las canteras

1.- Canteras para el proyecto: Se seleccionaron únicamente algunas canteras y fuentes de agua que demostraron que su calidad, régimen de explotación y cantidades adecuadas y suficiente para abastecer el total de requerimiento del proyecto en las actividades de construcción y mejoramiento.

Las características físicas y mecánicas de las canteras serán obtenidas a partir de los ensayos realizados a las diversas muestras extraídas, sobre la base de dichos resultados y con la información recolectada en campo se definieron los principales datos de interés tales como ubicación, descripción, usos, tratamientos, periodos de explotación y propietario, los que se indican para cada cantera.

Se realizaron los ensayos de laboratorio de las canteras identificadas para las muestras alteradas recogidas en la fase de investigaciones de campo, los ensayos de laboratorio realizados son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 14 – Ensayos en muestras de canteras.

Ensayo	Norma Técnica
Descripción visual - manual	ASTM D - 2488
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D - 422
Limite líquido y limite plástico	ASTM D - 4318
Clasificación unificada de suelos SUCS	ASTM D - 2487
Contenido de humedad natural	ASTM D – 2216 y ASTM D - 4643
Densidad seca máxima – proctor modificado	ASTM D - 1557
Ensayo CBR	ASTM D - 1883
Ensayo de abrasión	ASTM C - 131

Fuente: Elaboración propia.

2.- Investigaciones de campo: La actividad fundamental en la investigación de campo, es la apertura de calicatas en cada cantera ubicada, que permiten reconocer las propiedades físico-mecánicas de la cantera a explotarse, a través de la toma de muestra disturbadas y su identificación correspondiente.

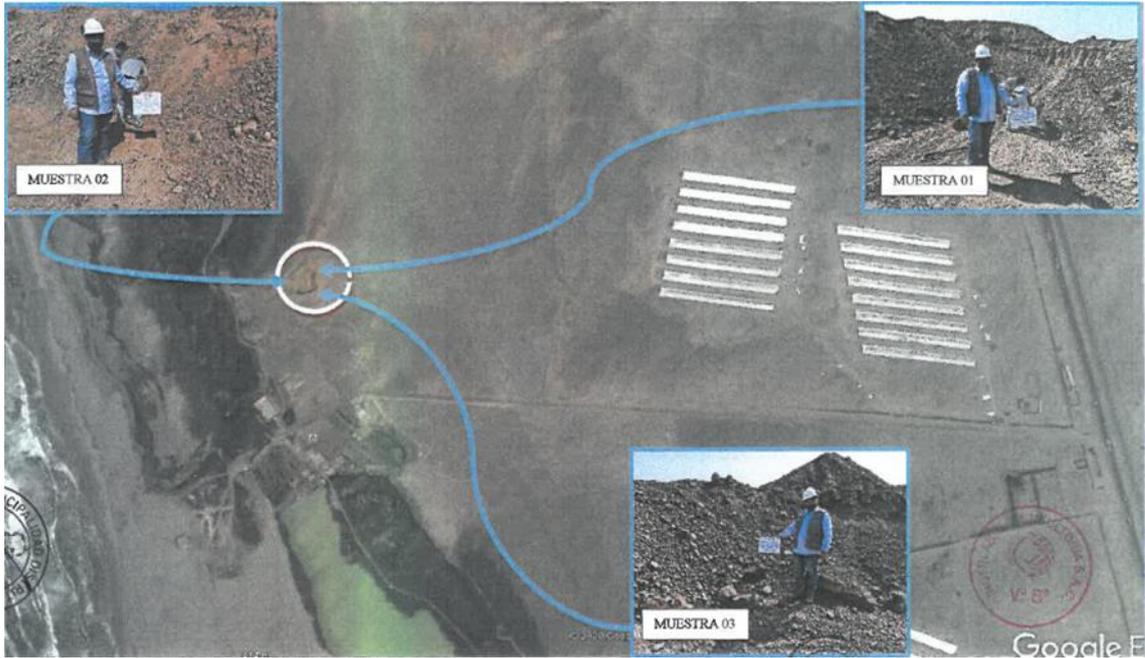
Se han ubicado 03 canteras, ejecutándose 01 calicata en cada cantera, en la siguiente tabla se muestra el registro de canteras identificadas:

Tabla 15 – Registro de canteras.

ITEM	DESCRIPCIÓN	DENOMINACIÓN	MATERIAL
01	CANTERA 01	LAS ALBUFERAS	AFIRMADO
02	CANTERA 02	CERRO CRUZ DE ANTIVAL	AFIRMADO
03	CANTERA 03	PLAYA QUITA CALZON	AFIRMADO

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 – Ubicación de la cantera albufera.



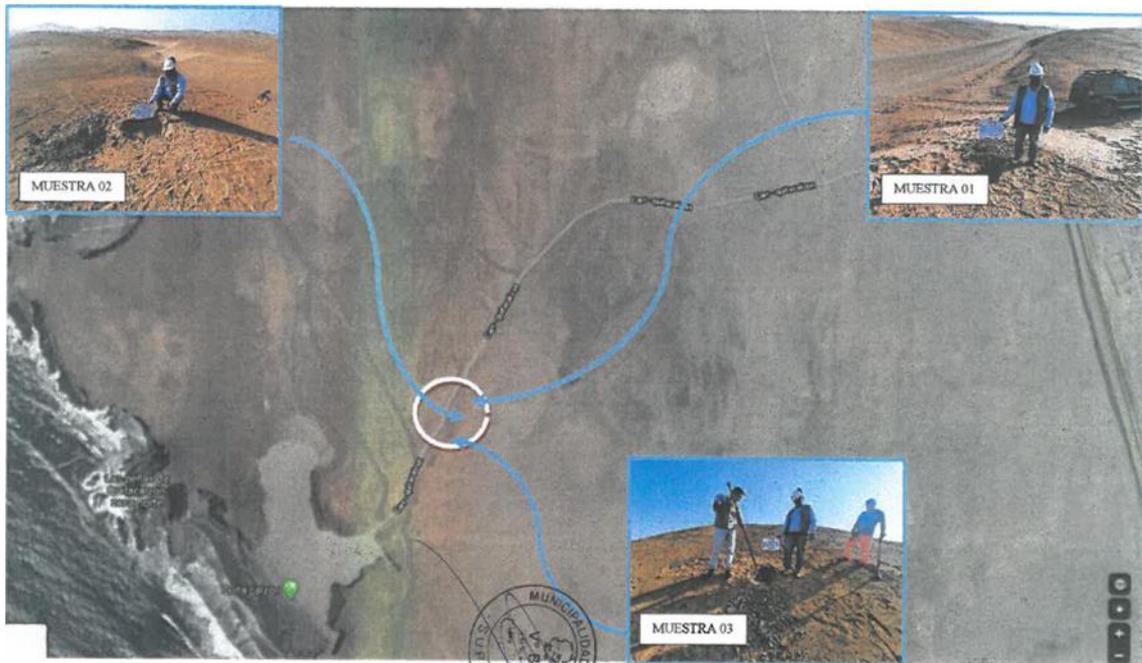
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7 – Ubicación de la cantera cerro cruz de antival.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8 – Ubicación de la cantera playa quita calzón.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Resultados de la propuesta del diseño de pavimentos a nivel de carpeta asfáltica

1.- Diseño estructural de pavimento flexible:

1.1.- Método aashto 1993: Para el diseño de pavimento se ha considerado utilizar el método AASHTO contenido en la guía de 1993, para efectos de determinar el espesor del pavimento requerido para una estructura nueva. Diseño en el que considera factores totales como: propiedades de los materiales, tipo de tránsito, etc.

La baja transmisibilidad de las vías, trochas carrozables nuevas no permiten determinar los parámetros reales, en ese sentido, a fin de determinar el ESAL de diseño, se toma como base las referencias del ítem 1.2. (estudio de tráfico).

La metodología propuesta por la guía AASHTO de 1993 para el diseño de pavimentos de caminos de bajo tránsito tiene el mismo procedimiento que para el diseño de pavimentos para carreteras, considerándose para el primer caso valores de confiabilidad

menores, debido al bajo nivel de operación y al bajo nivel de riesgo asociado. El valor mínimo recomendado de nivel de confiabilidad recomendado es de 50%, el cual podría tomar valores de 60% a 80%, dependiendo de otros factores como la existencia de tráfico pesado importante para la vía, etc.

La ecuación básica está dada de la siguiente manera:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

W18 = Numero de aplicaciones de 18 kips acumulados durante la vida de diseño.

Zr = Coeficiente estadístico, asociado al nivel de confianza (1-R) en una curva de distribución normal estándar.

So = Desviación estándar de la combinación de errores de predicción de tránsito y predicción del comportamiento general del pavimento para un nivel de transito dado.

ΔPSI = Perdida de serviciavilidad prevista en el diseño.

SN = Número estructural (en pulgadas)

MR = Modulo resiliente de la subrasante (psi)

La expresión que relaciona el numero estructural con los espesores de capa es:

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

Donde:

SN = Numero estructural.

ai = Coeficiente estructural de la capa.

Di = Espesor de la capa.

mi = Coeficiente de drenaje de la capa granular.

Variable de diseño: El método AASHTO – 93 incluye entre otros los siguientes parámetros:

a) Aplicaciones de ejes simples de cargas equivalentes EAL

(W₁₈): Es el número de pasadas de un eje simple y ruedas duales de 8.2 ton (18kips) de peso. Para el presente trabajo de investigación se está considerando el periodo de diseño establecido en 20 años.

Para el trabajo de investigación se considera los datos de la tabla 16: Clasificación de tránsito. Se asumió de la tabla de clasificación de tránsito el tipo IV, dato con el que se procedió para el diseño estructural del pavimento, por lo expuesto el ESAL de diseño promedio que se toma es de 1000000 (asumido promedio). El número promedio de camiones esperados sobre la viabilidad durante su periodo de diseño.

Tabla 16 – Clasificación de tránsito.

Clase de Tránsito	ESAL	Tipo de Calle o Carretera.	Rango de camiones pesados en el periodo de diseño.
I	5x10 ³	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas de estacionamientos, circulación. • Calles residenciales con tránsito ligero. • Tránsito ligero en caminos en granjas. 	7000 ≥
II	104	<ul style="list-style-type: none"> • Calles residenciales. • Caminos rurales y residenciales. 	7000 - 15000
III	105	<ul style="list-style-type: none"> • Calles colectoras Urbanas menores. • Carreteras colectoras Rurales Menores. 	70000 - 150000
IV	106	<ul style="list-style-type: none"> • Calles Urbanas Arteriales Menores y Calles Industriales ligeras. • Carreteras Colectoras Rurales Mayores y Arterias Menores. 	700000 - 1500000
V	3x10 ⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Vías libres Urbanas, Vías Expresas y otras Carreteras Arteriales Principales. • Carreteras rurales Interestatales y otras Arterias Principales. 	2'000.000 – 4'5000.000
VI	107	<ul style="list-style-type: none"> • Carreteras Interestatales Urbanas. • Algunos Caminos Industriales. 	7'000.000 – 15'000.000

Fuente: Elaboración propia.

b) Modulo de resiliencia efectivo del suelo de fundación (Mr):

En el método de AASHTO de 1993, el módulo de resiliencia reemplaza al CBR como variable para caracterizar la subrasante.

El Mr representa el modulo elástico del material después de haber sido sometido a cargas cíclicas. En este estudio en particular, estará determinado por el valor $E_{\text{compuesto}}$, el cual considera como actual subrasante el sistema afirmado – subrasante existente.

Tabla 17 – Valores de CBR obtenidos en los ensayos.

Tramo	Calicata N°	Tipo de Suelo	CBR de la M. D. S.	
			100 %.	95 %.
A	1	SM	13.0	9.0
	3	SM	12.0	8.5
	6	SM	13.0	10.5
B	9	GP	62.0	48.0
	12	GP	63.5	52.5
	15	GP	66.0	53.0
	18	SP	64.0	48.0
	21	SP	53.0	39.0
	24	GP	65.0	45.5
	27	GP	64.0	48.0

Fuente: Elaboración propia.

A = Tipo de suelo (arena limosa)

B = Tipo de suelo (gravas y arenas mal graduadas)

Tabla 18 – Valor para la determinación del módulo resiliente.

$MR(\text{psi}) = 2555 * CBR^{0.64}$	(2004) transpot and Road Research Laboratory (TRRL).
--------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 – Modulo resiliente para el diseño.

Tramo	Calicata N°	CBR (%)	Promedio CBR	Mr (Ecompuesto) (MPa)	Mr (Ecompuesto) (psi)	Metodología de Cálculo
A	1	9.0	9.3	73.6	10668.8	Ensayo de Punzonamiento
	3	8.5				
	6	10.5				
B	9	48.0	47.7	209	30314.0	
	12	52.5				
	15	53.0				
	18	48.0				
	21	39.0				
	24	45.5				
	27	48.0				

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para el cálculo del diseño estructural del pavimento se realizó el promedio correspondiente a cada tramo.

Factores para hallar los espesores del pavimento:

c) Nivel de confiabilidad (R): Básicamente, es una forma de incorporar un cierto grado de certeza en el proceso de diseño, para garantizar que el pavimento proyectado sobrevivirá el periodo para el que fue diseñado. La guía AASHTO recomienda para vías locales un valor comprendido entre 75 – 95, adoptándose para el proyecto una confiabilidad (R) promedio de 85%, a la que le corresponde una desviación estándar normal (Z_r) de -1.037, desviación estándar total. Para pavimentos flexibles, se toma igual a 0.45 según recomendaciones de la AASHTO.

Tabla 20 – Nivel de confiabilidad (R).

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	
Clasificación Funcional	Nivel Recomendado por AASHTO para Carreteras
Carretera Interestatal o Autopista	80 - 99.9
Red Principal o Federal	75 - 95
Red Secundaria o Estatal	75 - 95
Red Rural o Local	50 - 80

Fuente: Elaboración propia.

R = 85%

Desviación estándar normal (Z_R) = - 1.037

Tabla 21 – Valores de desviación estándar normal.

R	Z_R
Nivel de Confiabilidad	Desviación Standard
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
99.99	-3.750

Fuente: Elaboración propia.

d) Desviación estándar (S_o): Desviación estándar total para pavimentos flexibles, se toma igual a 0.45 según recomendaciones de la AASHTO.

Tabla 22 – Desviación estándar (S_o).

DESVIACION ESTANDAR (S_o)	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.40 - 0.50	0.35 - 0.45

Fuente: Elaboración propia.

S_o : 0.45

Tabla 23 – Variación total del índice de serviciabilidad.

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Servicio Presente
Δ PSI =	Diferencia entre los índices de servicio Inicial u original y el final o terminal.
Po =	índice de servicio final (4,5 para pavimentos rígido y 4.2 para flexibles)
Pt =	Índice de servicio terminal, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos Principales y 2.0 para secundarios.

Po =	4.20
Pt =	2.00

Δ PSI =	Po - Pt
----------------	---------

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando valores: Δ PSI = 2.20

Recomendaciones de la AASHTO para pavimentos flexibles el índice de serviciabilidad inicial (Pt) se ha tomado como igual a 2.00.

e) Coeficiente de drenaje (m): Representa el porcentaje del tiempo durante el periodo de diseño, que las capas granulares del pavimento (base y sub base) estarán expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación, el cual depende de la

pluviosidad del sitio, de la topografía del terreno, de la composición granulométrica de terreno natural y del riesgo que ofrezcan los servicios de agua y desagüe. En este caso se adopta un valor de 1.00, correspondiente a una calidad de drenaje aceptable en un tiempo de riesgo estimado entre 5 y 25%.

Tabla 24 – Coeficiente de drenaje para pavimentos flexibles.

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.15 - 1.05	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.15 - 1.05	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

FACTOR DE DRENAJE	
m2	0.80
m3	0.80

Fuente: Elaboración propia.

f) Coeficientes estructurales de capa: Basados en lo señalado en la guía de diseño AASHTO, los coeficientes estructurales de capa considerados para el cálculo del número estructural del diseño son los siguientes:

a1 = 0.43/pulg 0.172/cm (para carpeta asfáltica en caliente)

a2 = 0.13/pulg 0.052/cm (para agregados de CBR = 80%)

a3 = 0.12/pulg 0.048/cm (para agregados de CBR = 40%)

Tabla 25 – Calculo estructural del pavimento flexible – metodología de AASHTO (tramo A).

MEMORIA DE CALCULO: PAVIMENTO FLEXIBLE				
PERIODO DE DISEÑO: 20 AÑOS				
DATOS DE DISEÑO:				
1.-	Tránsito. EE acumulados Asumido a 20 Años	1500000		
2.-	Suelos de Fundación: CBR	9.3		%
DATOS DEL PROYECTO:				
3.-	Nivel de Confiabilidad (R).	85.0		%
4.-	Desviación Normal (So).	0.45		
5.-	Índice de Serviciabilidad Inicial (pi).	4.20		
6.-	Índice de Serviciabilidad Final (pf).	2.00		
CACULO PARAMETROS FORMULA AASHTO – 93'				
7.-	Variación Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)	2.20		
8.-	Módulo Resiliente Subrasante (Mr).	10668.8		
9.-	Coefficiencia de Confiabilidad (Zr)	-1.037		
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO:				
10.-	SN Requerido para Estructura	3.01		
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO				
11.-	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO			
11.1	Coefficiente Estructural	ai (pulg)		mi
	Capa 1: Carpeta Asfáltica en Caliente	0.430		
	Capa 1: Base Granular, CBR min 80 %	0.130	0.80	
	Capa2: Sub Base Granular, CBR min. 40 %	0.120	0.80	
11.2	Diseño de Espesores	Espesor (in)	ai (pulg)	mi
	Capa 1. Carp. Asfáltica	2.50	0.430	1.08
	Capa 2: Base.	8.00	0.130	0.80
	Capa 3: Sub Base Gran.	8.00	0.120	0.80
		18.00	SN Estructura	3.08 OK.

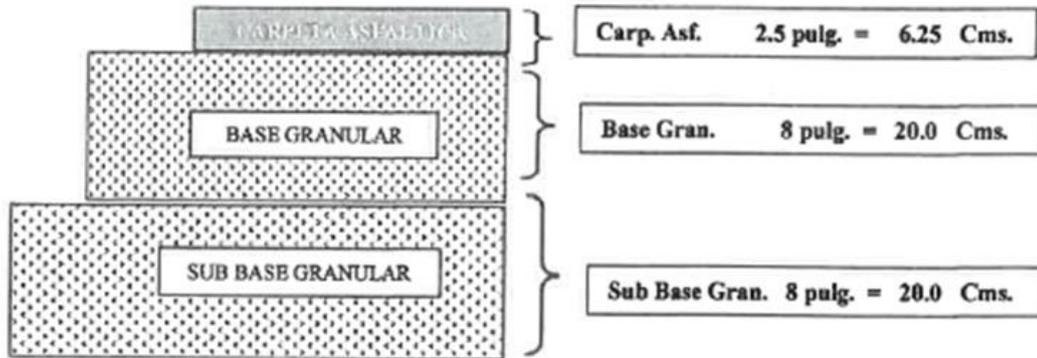
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 – Calculo estructural del pavimento flexible – metodología de AASHTO (tramo B).

MEMORIA DE CALCULO: PAVIMENTO FLEXIBLE				
PERIODO DE DISEÑO: 20 AÑOS				
DATOS DE DISEÑO:				
1.-	Tránsito. EE acumulados Asumido a 20 Años	1500000		
2.-	Suelos de Fundación: CBR	47.7		%
DATOS DEL PROYECTO:				
3.-	Nivel de Confiabilidad (R).	85.0		%
4.-	Desviación Normal (So).	0.45		
5.-	Índice de Serviciabilidad Inicial (pi).	4.20		
6.-	Índice de Serviciabilidad Final (pf).	2.00		
CACULO PARAMETROS FORMULA AASHTO – 93'				
7.-	Variación Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)	2.20		
8.-	Módulo Resiliente Subrasante (Mr).	30134		
9.-	Coeficiencia de Confiabilidad (Zr)	-1.037		
CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO:				
10.-	SN Requerido para Estructura	2.31		
11.-	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO			
11.1	Coefficiente Estructural	ai (pulg)		mi
	Capa 1: Carpeta Asfáltica en Caliente	0.430		
	Capa 1: Base Granular, CBR min 80 %	0.130	0.80	
	Capa2: Sub Base Granular, CBR min. 40 %	0.120	0.80	
11.2	Diseño de Espesores	Espesor (in)	ai (pulg)	mi
	Capa 1. Carp. Asfáltica	2.50	0.430	1.08
	Capa 2: Base Granular	10.00	0.130	0.80
		12.50	SN Estructura	2.38 OK.

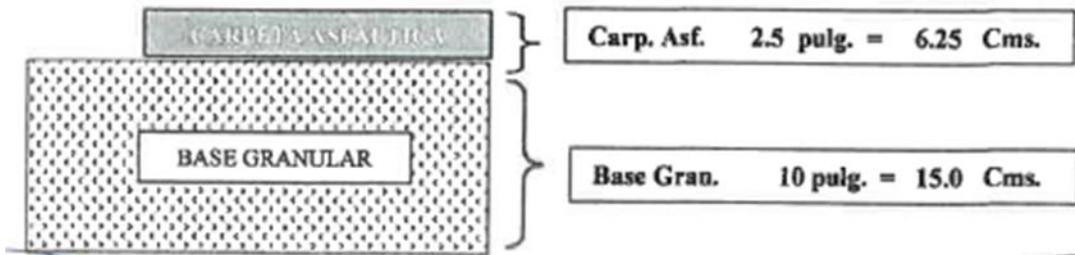
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27 – Estructura del pavimento final del tramo A correspondiente del km 00+000 al 03+000.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 – Estructura del pavimento final del tramo B correspondiente del km 03+000 al 13+000.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

Del resultado de los estudios de topografía y mecánica de suelos:

Estudio topográfico: En la actualidad el estudio topográfico es usado generalmente para el trazo de las principales carreteras, en el caso de la presente investigación se ha realizado el levantamiento topográfico con estación total, prismas, GPS y una cuadrilla de 06 personas. Del estudio topográfico desarrollado se tiene lo siguiente:

- ✓ En los trabajos de campo se han efectuado con nivelación geométrica y seccionamiento.
- ✓ Se ha efectuado la ubicación, documentación y numeración de los vértices de la poligonal, los mismos que se encuentran debidamente referenciados a cada 20 metros en tramos en tangente.
- ✓ Para el control vertical, se ha efectuado la nivelación geométrica del estacado del eje ubicando y monumentando los B.M. en puntos estratégicos.
- ✓ En trabajo en gabinete tiene el propósito de orientar el trazo de detalle en lo posible al tramo dentro de las normas establecidas.

Estudio de mecánica de suelos: El presente estudio fue elaborado con la finalidad de evaluar las características del suelo con fines de pavimentación.

De los resultados del estudio de mecánica de suelos, se tiene que el nivel freático se encuentra en dos zonas puntuales, específicamente en las calicatas C-15 y C-16, la cual obedece a las filtraciones subterráneas procedente del canal adyacente a la carretera.

Se realizó 27 calicatas, como parte del estudio de suelos, no se registraron la presencia de suelos rocosos en el tramo de la carretera, habiéndose si registrado visualmente fuera del trazo de la carretera en el sector del

kilómetro 05+500 a 06+000 aproximadamente, la cual se encuentra paralela al lado izquierdo de la carretera en sentido de la Campiña – El Rosario.

El sub suelo del tramo en estudio se encuentra con dos tipos de suelos la cual ha sido dividido en dos tramos que tienen las siguientes características:

- ✓ Tramo 1: Km 00+000 al Km 03+000 (las calicatas que corresponden son C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6 y C-7). Se encuentran con un material de arenas limosas, arena fina de clasificación SUCS = SM.
- ✓ Tramo 2: Km 03+000 al Km 13+000 (las calicatas que corresponden desde la C-8 hasta la calicata C-27). Se encuentran con un material granular y arenas gravosas de clasificación SUCS = GP y SP.

Del resultado del estudio de trafico: Según el estudio de trafico realizado tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que circulan por el tramo de la carretera. Esta información es indispensable para la determinación de las características de diseño de pavimento, para estos cálculos se ha considerado exclusivamente la acción de los buses, camiones y tráileres, dado que el efecto destructivo de los vehículos ligeros se puede considerar prácticamente despreciable.

El estudio determino el trafico actual existente en las vías, sus características y proyecciones para el periodo de vida útil por 20 años, en número acumulado de repeticiones de carga de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento.

En relación a los resultados logrados en la determinación del ESAL de la carretera Campiña – Santo Domingo – Virgen del Rosario, fueron satisfactorios sin dificultad alguna, con un valor 1500000 para un periodo de diseño de 20 años. tomando en cuenta una tasa anual de creciente de 1,15% para vehículos ligeros y 1.75% para vehículos pesados.

Del resultado de la ubicación e identificación de canteras: Se seleccionaron únicamente 03 canteras que demostraron que su calidad, régimen de explotación y cantidades adecuadas y suficiente para abastecer el total de requerimiento del proyecto en las actividades de construcción y mejoramiento.

Las características físicas y mecánicas de las canteras fueron obtenidas a partir de los ensayos realizados a las diversas muestras extraídas, sobre la base de dichos resultados y con la información recolectada en campo se definieron los principales datos de interés tales como ubicación, descripción, usos, tratamientos, periodos de explotación y propietario, los que se indican para cada cantera.

Del resultado de la propuesta del diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica: Para el diseño estructural del pavimento a nivel de carpeta asfáltica se utilizó el CBR más bajo de los ensayos realizados para cada tramo.

La estructura del pavimento final del tramo 1: Km 00+000 al Km 03+000, es la siguiente:

Tabla 29 – Estructura del pavimento final tramo 01.

ESTRUCTURA	ESPEORES (cms.)
Carpeta Asfáltica	6.25
Base Granular	20.0
Sub Base Granular	20.0

Fuente: Elaboración propia.

La estructura del pavimento final del tramo 2: Km 03+000 al Km 13+000, es la siguiente:

Tabla 30 – Estructura del pavimento final tramo 02.

ESTRUCTURA	ESPEORES (cms.)
Carpeta Asfáltica	6.25
Base Granular	25.00

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- A. De acuerdo al objetivo general planteado, que es Proponer un diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, se concluye que, se ha propuesto según los cálculos obtenidos los espesores del pavimento a nivel de carpetas asfáltica que garantizan un diseño estructural estable para dar transitabilidad a la carretera Campiña – Santo Domingo – Virgen del Rosario, con un confort adecuado para todo tipo de transeúnte y con un tiempo de vida útil mínimo 20 años, siendo el espesor de la carpeta asfáltica de 6.25cm, de la base granular 20cm y de la sub base granular 20cm para el tramo 01 y para el tramo 02 el espesor de carpeta asfáltica de 6.25cm y de la base granular 25cm.
- B. De acuerdo al primer objetivo específico planteado, que es Ejecutar los estudios de topografía y mecánica de suelos para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, se concluye que, En la actualidad el estudio topográfico es usado generalmente para el trazo de las principales carreteras, en el caso de la presente investigación se ha realizado el levantamiento topográfico con estación total, prismas, GPS y una cuadrilla de 06 personas y el estudio de mecánica de suelos fue elaborado con la finalidad de evaluar las características del suelo con fines de pavimentación. Se realizó 27 calicatas, como parte del estudio de suelos, no se registraron la presencia de suelos rocosos en el tramo de la carretera, habiéndose si registrado visualmente fuera del trazo de la carretera en el sector del kilómetro 05+500 a 06+000 aproximadamente, la cual se encuentra paralela al lado izquierdo de la carretera en sentido de la Campiña – El Rosario.
- C. De acuerdo al segundo objetivo específico planteado, que es Ejecutar el estudio de tráfico para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, se concluye que,

El estudio determino el trafico actual existente en las vías, sus características y proyecciones para el periodo de vida útil por 20 años, en número acumulado de repeticiones de carga de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento. En relación a los resultados logrados en la determinación del ESAL de la carretera Campiña – Santo Domingo – Virgen del Rosario, fueron satisfactorios sin dificultad alguna, con un valor 1500000 para un periodo de diseño de 20 años. tomando en cuenta una tasa anual de creciente de 1,15% para vehículos ligeros y 1.75% para vehículos pesados.

- D. De acuerdo al tercer objetivo específico planteado, que es Definir la ubicación e identificación de las canteras de material para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, se concluye que, se seleccionaron únicamente 03 canteras que demostraron que su calidad, régimen de explotación y cantidades adecuadas y suficiente para abastecer el total de requerimiento del proyecto en las actividades de construcción del pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña – Santo Domingo y Virgen del Rosario.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda establecer mayor importancia a los mantenimientos viales, debido a que las fallas superficiales que generan las precipitaciones pluviales en las vías producen patologías que no brindan la serviciabilidad necesaria para el flujo vehicular.
2. Se recomienda que como acción preventiva que una vez culminada la pavimentación se verifique la carpeta asfáltica en un periodo de 10 años con el fin de poder dar una evaluación del pavimento, y observar el desgaste que pueda ocasionar el flujo vehicular en dicho periodo tales como agrietamientos, ahuellamiento, piel de cocodrilo y mediante esto conocer el estado real de pavimento y tomar las medidas correctivas.
3. Se recomienda a las entidades encargadas como la dirección de transportes y comunicaciones a la municipalidad realicen verificaciones rutinarias permanentemente, para prevenir las fallas superficiales, y si existiesen las fallas tratarlas en el momento para que no sigan avanzando y propagándose progresivamente.
4. Se recomienda que en caso de que existiesen fallas superficiales determinar el grado de severidad de los deterioros, con el fin de implementar reparaciones técnicas adecuadas, garantizando la transitabilidad vehicular y la vida útil de la estructura del pavimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement Structures. Estados Unidos: Guide for design of pavement structure. Obtenido de Numero Estructural: <https://www.cuevadelcivil.com/2010/05/numero-estructural.html>
2. Calo, D. (2012). Diseño de Pavimento Rígido. San Salvador de Jujuy-Argentina: Instituto del Cemento Portland Argentino.
3. Camacho, J. (2015). Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos. Life cycle analysis of asphalt pavements. Nueva Granada-Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
4. Campagnoli, S. (2017). Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales. Revista Ingeniería Universidad de los Andes, 22-31.
5. Carcial, P. (2015). Planificación y gestión de la Infraestructura Vial. Modelación del comportamiento de Pavimentos/Pérdida de serviciabilidad. España: 3ing Arquitectura, Ingeniería y Construcción.
6. Cedeño, J. (2014). Propuesta de metodología complementaria a los diseños de pavimentos según AASHTO 93. Guayaquil - Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
7. Chávez, R. (2018). Diseño del pavimento flexible para la Avenida Morales Suárez, de la Vía Expresa línea amarilla en la ciudad de Lima. Lima.
8. Corros, M. (2015). Manual de Evaluación de Pavimentos. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
9. Delmar, S. (2004). Conservación de pavimentos: Metodología y Estrategias. USA: Pavement Preservation System, L.L.C. USA.
10. Espinoza, T. & Santiago, F. (2015). Evaluación del estado actual del pavimento asfáltico de la vía Huánuco Kotosh por el método del índice de condición del pavimento (tesis de pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú. Huánuco.

11. Farinango, F. & Riaño, D. (2016). estudio de tránsito y modelación para dar. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.
12. Flores, H. (2016). Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido y condición operacional en la avenida Perú del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho-2016. Huamanga: Universidad Católica los Ángeles Chimbote.
13. García, A. (2015). Diseño de pavimento asfáltico por el método AASHTO 93 empleando el software DISAASHTO 93. Bogotá - Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. programa de especialización en ingeniería de pavimentos.
14. Gómez, S. (2014). Diseño estructural del pavimento flexible para el anill vial del óvalo Grau - Trujillo, La Libertad. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
15. Guzmán, M. (2017). Evaluación superficial del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo Av. Jorge Basadre Grohmann Este- Av. Basadre y Forero, aplicando el Método del PCI. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
16. Herra, L. (2017). Tratamientos superficiales como alternativa en rutas de lastre. Programa de Infraestructura del Transporte, 1-22.
17. Leguía, P; Pacheco, H. (2016). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavemente Condition Index (PCI) en las vías arteriales: cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Lima: Universidad de San Martín de Porres.
18. Lozano, D. (2015). Diseño óptimo la estructura del pavimento flexible en la H.U.P Villa Victoria del distrito de Nuevo Chimbote, mediante el método del Instituto del Asfalto y AASHTO. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa - Chimbote.

19. Medina, R; Farro, D. (2018). Evaluación superficial y de rugosidad del pavimento en la Av. Circunvalación Oeste, tramo: Ovalo Transportes - Ovalo Cuzco, distrito de Tacna, provincia de Tacna, Tacna -2017. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
20. Moreno, L; Parrales, G; Cobos, D; Cordero, M; Peralta, J; Ponce, F; Baque. (2018). Mantenimiento y conservación de carreteras. Manabi - Ecuador: Área de innovación y desarrollo, S.L. Primera Edición marzo 2018.
21. Ortega, J. (2016). Análisis de las condiciones superficiales del pavimento utilizando los métodos del PCI (índice de condición de pavimentos) y del MTC, para su tipo de mejoramiento y/o rehabilitación en el Jr. 2 de mayo del distrito de Huánuco (tesis de pregrado). Universi. Huanuco.
22. Rabanal, J. (2014). Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento, Cajamarca - 2014. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
23. Ramos, E. (2011). Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en las plataformas deportivas de las Instituciones Educativas Estatales. Tumbes, Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
24. Rodríguez, E. (2009). Cálculo del Índice de Condición del Pavimento flexible la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura.
25. Rojas, F. (2018). Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César vallejo, tramo Cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con el cementerio en el distrito Villa el Salvador, provincia de Lima, departamento de Lima. Lima.
26. Salamanca, M; Zuluaga, S. (2014). Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio del método INVIAS, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye - Santa Lucía, Barranca Lebrija entre las abscisas k19+250 a k25+750

ubicada en el departamento del César. Bogotá - Colombia: Universidad Católica de Colombia.

27. Shahin, M. (2005). Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots. USA: Springer Science + Business Media. LLC 2° Edición.

28. Vásquez, L. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales: INGEPAV.

29. Vergara, A. (2015). Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay - Ingenio del KM 0+000 al KM 1+000, 2014. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

30. Zapata, A. (2017). Determinación y evaluación d las patologías del pavimento flexible de la calle Lima del asentamiento humano San Pedro, distrito de Piura, provincia de Piura y departamento de Piura, noviembre 2017. Piura: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote.

ANEXOS

ANEXO 01 – Matriz de Consistencia.

ANEXO 02 – Estudio topográfico.

ANEXO 03 – Estudio de mecánica de suelos.

ANEXO 04 – Estudio de tráfico.

ANEXO 05 – Ensayo de cantera.

ANEXO 06 – Diseño de pavimento.

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	II. OBJETIVO	III. HIPÓTESIS	IV: VARIABLES	V. METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿En qué medida la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, contribuye con el mejoramiento de esta vía y las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿De qué manera los estudios de topografía y mecánica de suelos aportan en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima?</p> <p>b) ¿De qué manera el estudio de tráfico aporta en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Proponer un diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICO</p> <p>a) Ejecutar los estudios de topografía y mecánica de suelos para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.</p> <p>b) Ejecutar el estudio de tráfico para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima, sí contribuye con el mejoramiento de esta vía y las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) Los estudios de topografía y mecánica de suelos sí aportan en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.</p> <p>b) El estudio de tráfico sí aporta en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>X = Propuesta de diseño a nivel de carpeta asfáltica.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Y = Estudios de ingeniería.</p>	<p>METODO GENERAL: Científico.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Descriptivo - explicativo.</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: No experimental.</p>

<p>Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima?</p> <p>c) ¿De qué manera la ubicación e identificación de las canteras de material aporta en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima?</p>	<p>c) Definir la ubicación e identificación de las canteras de material para la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.</p>	<p>c) La ubicación e identificación de las canteras de material sí aporta en la elaboración de la propuesta de diseño de pavimento a nivel de carpeta asfáltica de la carretera Campiña, Santo Domingo y Virgen del Rosario, distrito de Barranca, Lima.</p>		
---	--	--	--	--