

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



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON TRATAMIENTO
SUPERFICIAL BICAPA DEL CAMINO VECINAL
INTERSECCIÓN DE VÍA A HUANCVELICA –
OCCOROPUQUIO**

PRESENTADO POR:

Bach. Pedro Frank Contreras Delgado

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2022

Dr. SEVERO SIMEON CALDERON SAMANIEGO
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a nuestro divino creador, quien me ha otorgado la vida, salud y sabiduría para el logro de mis metas trazadas en esta investigación.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBEN TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil
JURADO

Mg. Jenaelle Sofia Herrera Montes
JURADO

Ing. Alcides Luis Fabian Brañez
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
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	18
1.3. Justificación	18
1.3.1. Social.....	18
1.3.2. Teórica	18
1.3.3. Metodológica	19
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Espacial.....	19
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económica.....	21
1.5. Limitaciones.....	21
1.6. Objetivos.....	22
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos.....	22
CAPITULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.1.1. Internacionales	23
2.1.2. Nacionales.....	27
2.2. Marco conceptual	33

2.2.1. Teorías de la investigación	33
2.2.1.1 Pavimentos.....	33
2.2.1.2Diseño de pavimentos	36
2.2.1.3Pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa	39
2.2.1.4Funciones de los tratamientos superficiales.....	45
2.2.1.5Proceso constructivo de un tratamiento superficial en carreteras .	47
2.2.1.6Equipos para la ejecución de los tratamientos superficiales	49
2.3. Marco Normativo	49
2.4. Definición de términos	50
2.5. Hipótesis.....	55
2.5.1. Hipótesis general.....	55
2.5.2. Hipótesis específicos.....	55
2.6. Variables.....	56
2.6.1. Definición conceptual de la variable	56
2.6.2. Definición operacional de la variable	56
2.6.3. Operacionalización de la Variable	57
CAPÍTULO III	58
METODOLOGÍA	58
3.1. Método de investigación	58
3.2. Tipo de Investigación.....	58
3.3. Nivel de investigación	58
3.4. Diseño de investigación.....	58
3.5. Población y muestra	59
3.5.1. Población.....	59
3.5.2. Muestra	59
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
3.7. Procesamiento de la información.....	60
3.8. Técnicas y análisis de datos	60
CAPÍTULO IV.....	61
RESULTADOS.....	61
4.1. Presentación de resultados específicos	61
CAPÍTULO V.....	83
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83

5.1. Discusión de resultados específicos.....	83
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Variables de investigación.....	56
Tabla 2 – Operacionalización de las variables.....	57
Tabla 3 – Planificación de las Estaciones de Control.....	64
Tabla 4 – Resultados de los conteo de tráfico – vía principal.	65
Tabla 5 – Variación diaria del índice medio diario anual (IMDa).	66
Tabla 6 – Resumen de la variación diaria del índice medio diario anual (IMDa).	66
Tabla 7 – Índice medio diario anual (IMD) según clasificación vehicular.	67
Tabla 8 – Trafico normal.	68
Tabla 9 – Proyección de tráfico normal + generado.....	69
Tabla 10 – Relación detallada de calicatas ejecutadas	70
Tabla 11 – Resumen de la clasificación del suelo por el método sucs y aashto.	71
Tabla 12 – Resumen del límite líquido y plástico.	71
Tabla 13 – Resumen del CBR.....	71
Tabla 14 – Resumen del proctor modificado.....	71
Tabla 15 – Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Z_r).....	74
Tabla 16 – Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI), según rango de tráfico.	76
Tabla 17 – Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico.	77
Tabla 18 – Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico.	80
Tabla 19 – Resultado de espesores de capas propuesto – alternativa 01.....	81
Tabla 20 – Resultado de espesores de capas propuesto – alternativa 02.....	81
Tabla 21 – Resultado de espesores de capas propuesto – alternativa 03.....	82
Tabla 22 – Resultado de espesores de capas propuesto – alternativa 04.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.	20
Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.	20
Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.	21
Figura 4- Elementos de un pavimento (flexible y rígido).	34
Figura 5- Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).	35
Figura 6- Estructura de un pavimento flexible.	37
Figura 7- Estructura de un pavimento rígido.	38
Figura 8- Estructura del tratamiento superficial bicapa.	45
Figura 9- Esquemática las operaciones de construcción de un 48	48
Figura 10- Esquemática las operaciones de construcción de un 48	48
Figura 11- Índice medio diario anual (IMD) según clasificación vehicular.	67
Figura 12- Cálculo de número estructural mediante software.	78

RESUMEN

La investigación tuvo como problema general: ¿Cómo realizar el diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?, el objetivo general fue: Realizar el diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, y la hipótesis general fue El diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa mediante el método AASHTO 93 (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014), mejora la transitabilidad del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

El método de investigación fue el inductivo, analítico, sintético y sistemático, el tipo de investigación fue aplicado, el nivel de investigación fue descriptivo – explicativo y el diseño de investigación fue no experimental. La población correspondió a los caminos vecinales del distrito de Palca, provincia de Huancavelica, región de Huancavelica, siendo la muestra conformado por el camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

La conclusión general fue: En la presente tesis, los espesores fueron calculados considerando el uso de los coeficientes estructurales señalados en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10- 2014-MTC/14.

Palabras claves: Pavimento flexible, Diseño, Tratamiento bicapa y Camino vecinal.

ABSTRACT

The general problem of the research was: How to carry out the flexible pavement design using two-layer surface treatment of the neighborhood road intersection of the Huancavelica - Occoropuquio road? The general objective was: To carry out the flexible pavement design using two-layer surface treatment of the intersection neighborhood road of road to Huancavelica - Occoropuquio, and the general hypothesis was The design of flexible pavement using two-layer surface treatment using the AASHTO 93 method (RD N ° 10-2014-MTC / 14, 2014), improves the passability of the local road intersection of road to Huancavelica - Occoropuquio.

The research method was inductive, analytical, synthetic and systematic, the type of research was applied, the research level was descriptive - explanatory and the research design was non-experimental. The population corresponded to the neighborhood roads of the district of Palca, province of Huancavelica, region of Huancavelica, being the sample made up of the neighborhood road intersection of road to Huancavelica - Occoropuquio.

The general conclusion was: In the present thesis, the thicknesses were calculated considering the use of the structural coefficients indicated in the Manual of Roads, Soils, Geology, Geotechnics and Pavements - Soils and Pavements Section, approved with R.D. N ° 10- 2014-MTC / 14.

Keywords: Flexible pavement, Design, Two-layer treatment and Neighborhood road.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo se desarrolló en plena aplicación al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de la Universidad Peruana Los Andes; se elaboró con mucho beneplácito la investigación titulado diseño de pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio; investigación que establece como propósito fundamental: Realizar el diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

Durante las últimas dos décadas, los esfuerzos científicos y tecnológicos a nivel mundial también se han dedicado al desarrollo de materiales asfálticos para la construcción de carreteras con especificaciones cada vez más exigentes. Una aplicación muy importante para el desarrollo de esta tecnología bituminosa es el uso de emulsiones bituminosas para la estabilización de firmes, como una de sus múltiples aplicaciones en el campo de los pavimentos flexibles, utilizando piedras de diferentes variedades o suelos. plasticidad. Desde los orígenes de las emulsiones bituminosas, el primer adhesivo utilizado en carreteras fue en Place Salinis en Auch (Gers, Francia) en 1854, el 9 de mayo de 1922, por el químico británico Hugh Mackay. Mackay) presentó una patente de emulsión en los años setenta, y el campo de las emulsiones ha crecido considerablemente, y ha continuado hasta el día de hoy. En Perú, este sistema básico de estabilización se utilizó hace 20 años debido a la falta de conocimientos técnicos efectivos y procedimientos adecuados para utilizarlo en su totalidad. En 1991, el Ministerio de Comunicaciones realizó una serie de experimentos en tres regiones de Perú y construyó una serie de tramos de carretera como experimentos de campo, que fueron exitosos. Por ello, esta técnica de conservación se ha utilizado desde entonces en las carreteras de nuestra región.

En Perú se estima que a nivel nacional se han identificado veredas en vías sectoriales, donde la entidad encargada del mantenimiento ha invertido mucho en el buen estado de servicio de sus vías sectoriales, debido a su historial de ser

vías Confirmadas. que se deterioran durante las lluvias, por fallas comunes como baches, derrumbes de caminos que empeoran la capa de rodadura.

El pavimento con dos capas de tratamiento superficial garantiza las condiciones de servicio de las carreteras, que en su mayoría son más económicas y duraderas que el pavimento asfáltico.

Esta investigación de tipología aplicada, considera el nivel descriptivo - explicativo; como diseño de investigación no experimental, y como técnicas de recopilación de data a las fuentes documentales, registros teniendo como instrumentos a las fichas técnicas. Como técnica para el análisis de datos se aplicó la estadística descriptiva el cual nos permitió conocer los resultados.

Con el fin de comprender mejor el tema de investigación, la tesis se divide en capítulos, cada capítulo explica de manera directa y específica la relación con el objeto de investigación.

El primer capítulo describe el planteamiento del problema, cómo construir y organizar el problema, argumentos, límites, limitaciones y objetivos de la investigación.

En el segundo capítulo se redacta el contexto (internacional y nacional), el marco conceptual, la definición del término, el enfoque por defecto y la identificación de las variables de investigación.

En el tercer capítulo se ofrece una descripción general de la metodología utilizada. Esta metodología describe métodos, tipos, niveles, diseños, poblaciones y muestras, técnicas y herramientas de adquisición de datos, procesamiento de información y técnicas de análisis de datos de encuestas.

En el cuarto capítulo se reflejaron los resultados obtenidos sobre el diseño de aceras flexibles con un tratamiento superficial de dos capas.

En el quinto capítulo se presenta una discusión de los resultados obtenidos del diseño de aceras flexibles con tratamiento superficial de dos capas, y para la formulación de conclusiones y recomendaciones de acuerdo a la investigación

desarrollada. Finalmente, escriba las referencias utilizadas en el desarrollo de la encuesta.

Al final de la investigación se adjunta el documento de apoyo al desarrollo de la investigación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial existe un consenso en cuanto a la importancia de la infraestructura vial para el desarrollo y crecimiento cultural, social y económico de un país. Según Sotil (2014), dicha importancia estaría estrechamente relacionada al hecho de que una infraestructura vial posibilita el transporte tanto de personas como de productos, cual sea su naturaleza. En este sentido, Rivera (2015) comenta que una red de carreteras bien implementada hace posible la satisfacción de una serie de necesidades básicas, verbigracia, aquellas relacionadas a la salud, educación, alimentación y trabajo. De esto se desprende el hecho de que, para un país, el desarrollo de una adecuada infraestructura vial resulta de carácter estratégico (Rivera J. , 2015).

Después de evaluar la infraestructura vial latinoamericana, Rivera (2015) señala que los países miembros presentan serias ventajas competitivas, en cuanto a ello, precisa que en los países con infraestructuras viales adecuadas los costos de transporte son inferiores, por contraste, en la mayoría de países latinoamericanos, la limitada penetración vial, junto a la deteriorada infraestructura vial existente, encarecerían los costos de traslado (Rivera J., 2015). En esta línea analítica, en cuanto al Perú, Rivera (2015) advierte la presencia de serias deficiencias en canto a infraestructura vial.

En nuestro país, las carreteras se encuentran jerarquizadas, (Decreto Supremo N° 017-2007-MTC, 2007), según el Sistema Nacional de

Carreteras (SINAC) se clasifica las tres principales redes viales: Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural, y actualmente una de las problemáticas se encuentran en el transporte terrestre de la Red Vial Departamental, lo cual acarrea al Estado cuantiosas inversiones en el mantenimiento y rehabilitación de infraestructura vial, debido a la importancia de la vía y en su mayoría se encuentran en pésimas condiciones de transitabilidad.

La red vial departamental o regional del Perú (R.D. N° 17-2015-MTC/14, 2015), cuenta con 396 rutas a nivel nacional, de los cuales 3,907.54 kilómetros se encuentran pavimentados, 20,674.62 kilómetros se encuentran no pavimentados, con un total de 24,582.16 kilómetros existente inventariado, es decir, la infraestructura vial departamental se encuentra conformando por un 15.90% de vías pavimentadas y 84.10% de vías no pavimentadas.

La tesis plantea el “diseño de pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio”, vía que se encuentra jerarquizada como un camino vecinal; asimismo, la tesis tiene como objetivo realizar el Diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, mediante la metodología AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad de la vía del tramo de intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio”, debido a que esta vía se encuentra en pésimas condiciones de transitabilidad.

1.2. Formulación y sistematización del problema

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

1.2.1. Problema general

¿Cómo realizar el diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuál es el análisis de la demanda del tránsito vehicular del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?

b) ¿Cómo realizar el estudio de mecánica de suelos para diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?

c) ¿Cómo determinar los espesores del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

La investigación a realizar tendrá un aporte social ya que brindará una alternativa más apropiada, para hacer frente al problema de las pésimas condiciones de transitabilidad y plantear el diseño de pavimento flexible usando el tratamiento superficial bicapa, mediante la metodología de diseño AASHTO 93, viéndose favorecidos los pobladores de la vía intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, distrito de Palca, provincia y departamento de Huancavelica. 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

Esta investigación se realizará con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, cuyos resultados fueron serán utilizados como una propuesta, debido a la importancia y aporte

como alternativa para el mejoramiento de vías de bajo tránsito vehicular; con la presente tesis se demostrará, que la estructura de pavimento flexible presenta diferencias debido al tipo de suelos y volumen de tránsito vehicular. Surgirá la oportunidad de encontrar alternativas adicionales al diseño AASHTO 93 para pavimentos flexibles, que permitan una mejor estimación de las condiciones reales a las que estará sujeto el pavimento en nuestras regiones y poder lograr de manera confiable diseños más grandes que puedan soportar las cargas de tráfico que actúan. sobre la estructura.

El desarrollo de esta tesis estará teóricamente justificado gracias a la disponibilidad de la información tanto teórica como conceptual. Así, para la variable diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, se contemplará, entre otros, el aporte de la R.D. N°05-2013-MTC/14 (2014).

1.3.3. Metodológica

En este estudio, se utilizará el diseño AASHTO 93 como metodología para el enfoque de ingeniería para el diseño de pavimentos flexibles, un método que se puede utilizar en estudios similares y en otras situaciones diferentes.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se realizó en el tramo de intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, el cual se encuentra dentro del Distrito de Palca de la Provincia de Huancavelica y en el departamento de Huancavelica.

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.



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

Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.

Provincias del departamento de Huancavelica



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

Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.



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

1.4.2. Temporal

La investigación se realizó durante un período de 5 meses, desde julio de 2021 hasta noviembre de 2021.

1.4.3. Económica

Los costos financieros incurridos en la preparación de este trabajo de investigación no son una desventaja económica. Los gastos antes mencionados son asumidos íntegramente por el investigador de esta tesis.

1.5. Limitaciones

Básicamente la limitación de la investigación se centró en la no accesibilidad a la información del expediente técnico “Creación del camino vecinal, intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio del distrito de Palca – provincia de Huancavelica – departamento de Huancavelica”.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Realizar el diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Analizar la demanda del tránsito vehicular del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

b) Realizar el estudio de mecánica de suelos para diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

c) Determinar los espesores de la estructura del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Parrado (2017) la tesis titulada: "Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá, de la universidad católica de Colombia facultad de ingeniería civil trabajo de grado para optar título de ingeniero civil, tiene como objetivo general: Generar la propuesta de diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá, la formulación del problema es: ¿Cuál es la propuesta de diseño geométrico que permitiría mitigar el problema de congestión vehicular en el tramo de la vía Mosquera-Funza?, metodología que utilizó es: la investigación de campo se realizó en las zona rurales de los municipios de Mosquera y Funza, por cuanto numerosos factores a utilizarse en el diseño se encuentran estrictamente relacionados con el lugar, donde se implantara el proyecto, los mismos que servirán en la toma de decisiones al dar la solución al problema de estudio. Conclusión de este trabajo es: La propuesta de diseño vial tipo variante para los municipios de Funza y Mosquera es una solución efectiva teniendo en cuenta los problemas de movilidad allí presentados y ofreciendo como

resultado un nivel de servicio C donde la velocidad a flujo libre será a entre (100 km/h hasta 120 km/h) brindando las condiciones óptimas de seguridad y comodidad para los conductores.”

Abad (2015), la tesis titulada: “Diseño definitivo de las vías de reposición para los embalses aguacatal y lechugal 2 del proyecto pacalori, de la facultad de ingeniería-escuela profesional de ingeniería civil, de la universidad de Cuenca. Tesis para optar el título de ingeniero civil, tiene como objetivo general: es realizar el diseño definitivo de la vía que conectan a la red vial, las zonas afectadas por l cota de nivel de agua máxima (NAM) de los embalses producidos por las presas Aguacatal y Lechugal 2, correspondientes al Traslase Calabí del proyecto PACALORI, como problema general es: la falta y carencia de una vía que conecta a la red vial con las zonas afectadas las inundaciones que aquejan cada año en Aguacatal y Lechugal 2.”

La metodología que utilizo en este trabajo es: “la investigación que se realizó de tipo aplicativo y descriptivo a la normativa vial NEVI-12 del Ministerio de Transporte y Obras Publicas MTOP, dentro de la etapa de diseño definitivo se realizarán, los estudios de Ingeniería de detalle que permitirán la definición de los elementos y aspectos que involucran al proyecto.”

Conclusión de la tesis es: “En las vías de reposición no se tuvieron grandes taludes de corte y relleno. Sin embargo, para diseños posteriores de vías de mayor importancia y con altos volúmenes de tráfico, deberá realizarse un análisis y diseño a detalle de los taludes en el área del proyecto.”

Coyago (2015), optando por la especialidad académica de Magister en Ingeniería Vial de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, desarrolló la tesis titulada “Evaluación de un tratamiento superficial bituminoso con emulsión asfáltica como alternativa de mantenimiento en vías arteriales del Ecuador”. El desarrollo del

documento elaborado por Coyago (2015) estuvo enfocado en describir las bondades del método de conservación de infraestructura vial con emulsiones, y lograr corroborar la funcionalidad del mismo. “Para tal fin, la metodología establecida fue de tipo aplicada, estuvo posicionada en el nivel descriptivo, y guiada por un diseño no experimental transversal.” En cuanto a la técnica de recopilación de información, se empleó la observación. De esta manera, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

(a) la vía evaluada posee una antigüedad de 40 años, el pavimento es de tipo convencional con un espesor de 55 centímetros y capa de rodadura de cinco centímetros, es preciso señalar que la misma recibió emulsión asfáltica con tratamiento superficial bituminoso doble, (b) frente a la alta transitabilidad correspondiente a la vía evaluada, su capa de rodadura ha demostrado una durabilidad significativa gracias a su diseño inicial y a la implementación del tratamiento superficial bituminoso doble, (c) la aplicación de emulsiones asfálticas restringe la exudación, incluso frente a las bruscas variaciones climáticas, (d) la aplicación del tratamiento superficial, para mantener su funcionalidad, requiere de una base de pavimento fuerte, y (e) la aplicación de emulsiones asfálticas constituye una alternativa adecuada para la rehabilitación debido a su mayor servicio inicial y un inferior requerimiento económico.

Optando por título de Ingeniero Civil de la Universidad de El Salvador, Hernández, Rosales, y Trigueros (2016) investigaron “Metodología para el diseño y construcción de tratamientos superficiales dobles para caminos de bajo volumen de tránsito, mediante los métodos de la dimensión mínima promedio y TEXAS DOT en El Salvador”. Dicho documento estuvo principalmente enfocado en describir dos métodos de diseño de pavimentos y los procesos correspondientes a tratamientos superficiales dobles en vías de baja transitabilidad. Para el alcance del objetivo previamente establecido, Hernández et al. (2016) vieron por

conveniente la utilización de una metodología de tipo aplicada, posicionada en el nivel descriptivo, y guiada por un diseño no experimental transversal. La observación fue la técnica usada para la recolección de datos. Para concluir, los autores de dicho documento arribaron a las siguientes conclusiones: (a) las diferencias existentes entre las tasas de emulsión y cantidad de agregado obedecen a las características de los propios agregados a emplearse, (b) el método de la Dimensión Mínima Promedio favorece el uso óptimo tanto de emulsión como de agregados debido a que considera casi la totalidad de características de los últimos, y (c) el funcionamiento adecuado del tratamiento superficial doble requiere de procesos constructivos y de selección de materiales óptimos.

Campagnoli (2017) llevó a cabo el desarrollo del artículo “Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales”, el cual ha sido presentado mediante la Revista de Ingeniería de la Universidad de Los Andes. Dicho artículo de investigación académica tuvo el objetivo general de realizar una revisión bibliográfica de experiencias vinculadas a métodos de pavimentación de vías de volumen de tránsito bajo. En cuanto a ello, obtuvo los siguientes resultados: (a) las vías con superficies de rodadura de adecuado material granular presentan ventajas como menores costos tanto de construcción como de mantenimiento debido a sus menores requerimientos tecnológicos y de mano de obra calificada, y su facilidad de mantenimiento, (b) tanto los tratamientos superficiales simples como los dobles, dentro de la categoría de capas asfálticas de protección de los caminos básicos, son los de aplicación más frecuente, (c) los tratamientos superficiales que han sido de larga aplicación histórica, perdieron vigencia, y, en la actualidad se vuelven a retomar como una opción válida para vías de transitabilidad baja, y (d) el óptimo diseño de

pavimentos con tratamiento superficial requiere de superficies de rodamiento estables, trazado razonable y drenaje adecuado.

Herra (2017), bajo la revista del Programa de Infraestructura del Transporte de la Universidad de Costa Rica, publicó un artículo de investigación titulado “Tratamientos superficiales como alternativa en rutas de lastre”. Para su desarrollo, el autor se propuso el objetivo general de realizar una revisión bibliográfica enfocada en la descripción de los tratamientos superficiales como alternativa de solución para vías tanto secundarias como terciarias. En base a este objetivo, arribó a los siguientes resultados: (a) la aplicación de tratamiento superficial constituye una opción óptima en cuanto a costos y calidad para vías de volumen de tránsito reducido, (b) muchos países cuentan con la emulsión adecuada para la construcción de tratamientos superficiales, (c) la construcción de tratamientos superficiales constituye una opción que presenta una significativamente positiva relación costo/desempeño, alcanzándose ahorros de hasta el 75% con vida útil de hasta siete años, y (d) la construcción de tratamientos superficiales es adaptable a las diferentes condiciones de regularidad, y (e) el proceso de construcción de tratamientos superficiales es sencillo y de fácil enseñanza a los operarios.

2.1.2. Nacionales

López (2016), La tesis titulada: “Diseño de la vía expresa sur por la norma DG-2014 de la facultad de Ciencias e Ingeniería, de la universidad Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. La presente tesis su objetivo es: Desarrollar el diseño geométrico del proyecto Vía Expresa Sur, su problema central es: aplicación de normativa vigente y uso de manuales normativos para el diseño geométrico de vías.”

Metodología utilizada es: “Diseño geométrico basado con programa automatizado para el desarrollo de la vía.”

Conclusión de la tesis es: “La prolongación de la vía expresa proyectada tiene una longitud aproximada de 5 km. Asimismo incluye la construcción de 2 intercambios viales, 2 óvalos y 5 puentes tipo bypass, La construcción del proyecto Vía Expresa Sur interconectará un gran sector urbano de Lima, generando grandes beneficios sociales y económicos.”

Pereda (2018), La tesis titulada: “Estudio y optimización de la red vial avenida América Sur, tramo prolongación Cesar Vallejo – avenida Ricardo Palma, Trujillo de la universidad Privada Antenor Orrego facultad de Ingeniería –escuela profesional de ingeniería civil. Tesis para optar título profesional de Ingeniero civil, su objetivo: es Realizar el estudio y optimización de la red vial Avenida América Sur, tramo Avenida César Vallejo – Avenida Ricardo Palma, Trujillo, su problema central es: En qué medida el estudio de tráfico, optimizará la red vial Av. América Sur el tramo Cesar Vallejo – Avenida Ricardo Palma, Trujillo, la metodología que se utilizó en investigación es: Investigación aplicada Busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última; esto queda aclarado si nos percatamos de que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico, y la Investigación descriptiva: El método más adecuado para este tipo de investigación es el descriptivo, se trata de determinar tráfico de las intersecciones Prolongación César Vallejo – Av. América Sur, Av. La Marina – Av. América Sur, Av. Gonzales Prada - Av. América Sur, Av. José María Eguren – Av. América Sur, es determinar de forma adecuada, y basado en un procedimiento debidamente fundamentado los componentes de las vías indicadas.”

Conclusión de la tesis es: “Se concluye que en el tramo estudiado de la avenida América Sur no hay una adecuada señalización tanto vertical como horizontal, la cual debió considerarse en el proyecto

en el caso de la vertical y la horizontal se encuentra ausente debido al desgaste de los vehículos en la calzada que ha ocasionado su desaparición como podemos observar en las imágenes anexadas.”

Acusi (2017), la tesis titulada: “Diseño geométrico de la vía de acceso a las Lomas del cerro Chastudal utilizando software de carreteras, tramo rio seco hasta asociación el mirador Chastudal del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna - 2016 de la universidad de Tacna facultad de ingeniería de escuela profesional de ingeniería civil. Tesis para optar título de ingeniero de civil, su objetivo es: Determinar el adecuado diseño de carretera a nivel rasante del tramo rio seco hasta asociación el mirador del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, con software aplicativo, su problema central es: Proponer diseño geométrico de la de la vía de acceso a las lomas del cerro utilizando SOFTWARE de carreteras, tramo rio seco hasta asociación el mirador del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa; su metodología utilizada es: método aplicativo y explicativo con software aplicado para el diseño geométrico de la vía de acceso a las lomas del cerro y la normativa vigente DG-2014.”

Conclusión de la tesis es: “El desarrollo con ayuda del software civil3d optimiza y garantiza el uso de las limitantes establecidas en el DG-2014.”

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.

Caparachin (2018) investigó “Aplicación de la bicapa para reducir el ciclo de mantenimiento en la vía de Huancabamba, Pozuzo de la Región Pasco, 2018” optando por la titulación profesional de Ingeniero Civil, el informe fue expuesto en la Universidad César Vallejo. Este documento estuvo enfocado en establecer la relación existente entre el mantenimiento vial y el tratamiento superficial bicapa. La metodología con la que contó fue de tipo aplicada, seguida de un nivel descriptivo correlacional, guiada por un diseño no experimental transversal [SIC]. A la vez la observación fue la técnica de recolección de información, esta fue orientada a una muestra censal conformada por 200 kg de terreno natural. Finalmente, dado el enfoque ya descrito, Caparachin (2018) arribó a las siguientes conclusiones: (a) el terreno afirmado conserva el flujo vehicular en vías de flujo vehicular bajo, sin embargo, es vulnerable al tránsito pesado y a las condiciones ambientales, (b) el tratamiento superficial bicapa mantienen el flujo vehicular constante en condiciones de potencial crecimiento, (c) el manteniendo de vías afirmadas requiere de S/ 292,950.00 anualmente, (d) el manteniendo de vías con tratamiento superficial bicapa requiere de S/ 226,800.00 anualmente, y (e) dadas sus implicancias, las vías con tratamiento superficial bicapa resultan más convenientes que el terreno afirmado.

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.

Macharé (2019) investigó “Diseño de pavimentos con alternativas de mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa en la vía de evitamiento de la ciudad de Jaén” optando por la titulación profesional de Ingeniero Civil, la investigación fue expuesta en la Universidad Nacional Federico Villarreal. El desarrollo de dicha tesis estuvo principalmente enfocado en formular el diseño de un pavimento, considerando el tratamiento superficial bicapa y la mezcla asfáltica en caliente. A la vez, contempló una metodología de tipo aplicada, perteneciente al nivel descriptivo, que siguió un diseño no experimental transversal. Paralelo a este, la observación se empleó como una técnica para recolectar datos. Por último, dado el objetivo general ya mencionado, Macharé (2019) obtuvo los resultados descritos a continuación: (a) para la mezcla asfáltica en caliente, el diseño consideró una durabilidad de 10 años, y una durabilidad de cinco años de tratamiento superficial bicapa, (b) el

diseño correspondiente a la mezcla asfáltica en caliente contempla un espesor asfáltico de nueve centímetros, una sub base granular de espesor igual a 17.50 centímetros y un espesor de la base granular de 15 centímetros, y (c) el diseño correspondiente al tratamiento superficial bicapa contempla un espesor de la base granular de 25 centímetros y uno de la sub base granular de 35 centímetros.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la investigación

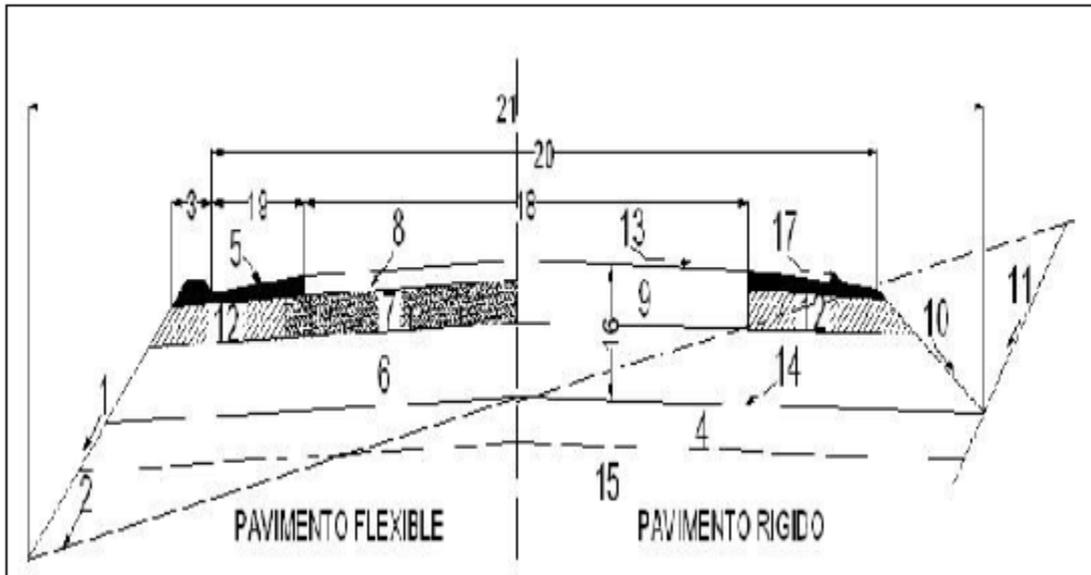
2.2.1.1 Pavimentos

En los conceptos de pavimentación, podemos explicar cómo proporcionar superficies adecuadas para el paso de vehículos y personas a través de los espacios de circulación (área) de una zona residencial (calles, calles y pasarelas).

De hecho, la pavimentación es solo una parte del proyecto, que como toda construcción vial incluye otras especialidades complementarias, que deben ser objeto de investigación, diseño y materialización, entre ellas: distinciones: geometría (enlaces geométricos y secciones transversales) , infraestructuras o estructuras básicas, superestructuras (la propia pavimentación), obras de drenaje y sanitarias, elementos de control, seguridad, alumbrado y señalización, estructuras de ingeniería y protección, y finalmente estructuras especiales, así como calzadas, que se construyen sobre el suelo bajo calzada, para contrarrestar y distribuir la fuerza ejercida por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y confort en la circulación. Suele estar formado por las siguientes capas: subbase, suela y capa de uso.

Un pavimento es un miembro estructural formado por varias capas paralelas de diferentes espesores y calidades colocadas sobre un terreno natural que ha sido nivelado, moldeado y compactado para soportar el tránsito previsto dentro de un cierto período de tiempo.

Figura 4- Elementos de un pavimento (flexible y rígido).



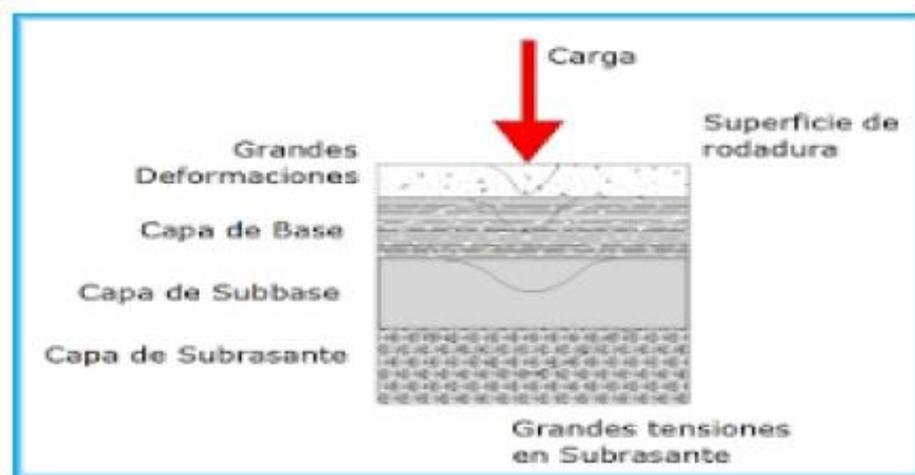
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 04, se tienen los siguientes elementos constitutivos, que conforman la sección de construcción de un camino:

1. Talud en terraplén
2. Nivel de la superficie natural de terreno
3. Bordillo
4. Capa subrasante
5. Material asfáltico en el acotamiento lateral
6. Subbase
7. Base granular
8. Carpeta asfáltica
9. Losa de concreto hidráulico
10. Cuneta de la sección en corte

11. Talud de la cuneta en la sección en corte
12. Material de base en el acotamiento
13. Bombeo de la corona
14. Nivel de la subrasante
15. Nivel de las terracerías
16. Estructura del pavimento
17. Superficie asfáltica para el acotamiento
18. Carriles de circulación, ancho de calzada
19. Acotamientos
20. Ancho de corona
21. Ancho total del camino.

Figura 5- Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura N° 05, podemos decir que, un pavimento está formado de arriba hacia abajo por:

- 1.- La superficie de rodadura, que, en el caso de los pavimentos rígidos, es también el principal elemento estructural.
- 2.- La base, que puede ser de agregados aglomerados o sin aglomerar.
- 3.- La sub-base
- 4.- La sub – rasante

2.2.1.2 Diseño de pavimentos

Es el proceso de determinación de los componentes estructurales de la base, losa y cimentación del tramo de vía expresa teniendo en cuenta la naturaleza de la cimentación, las condiciones ambientales, la densidad y composición del tráfico, y las condiciones de mantenimiento del tráfico.

En pocas palabras, el diseño estructural del pavimento es la configuración del grosor y la rigidez del material para mantener la calzada en un cierto nivel de daño y comodidad.

Etapas del diseño de pavimentos:

- ✓ Estudio de la subrasante.
- ✓ Definición del tipo de superficie de rodadura y los componentes estructurales
- ✓ Selección de los materiales
- ✓ Estudio de tráfico
- ✓ Sectorización del tramo
- ✓ Diseño de los espesores de cada capa
- ✓ Análisis del ciclo de vida
- ✓ Determinación del tipo de pavimento y de los espesores finales.

Funciones de la estructura de pavimentos:

- ✓ Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable sin demoras excesivas.
- ✓ Proporcionar a los vehículos acceso bajo cualquier condición de clima.
- ✓ Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante.
- ✓ Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos.

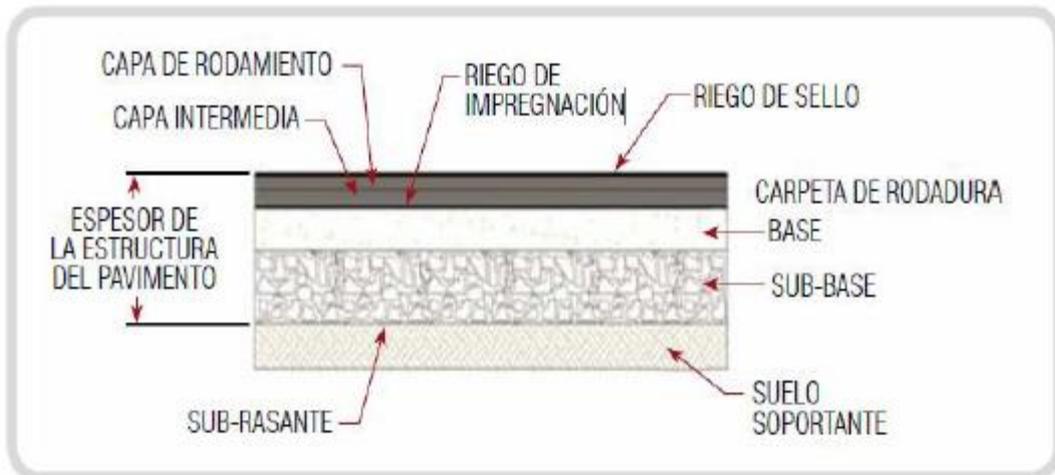
- ✓ Limitar el ruido y la contaminación del aire.

Clasificación de pavimentos: Los tipos de pavimentos son los siguientes.

- ✓ Pavimento flexible
- ✓ Pavimento semiflexible
- ✓ Pavimento semirrígido
- ✓ Pavimento rígido

1.- Pavimento flexible: Es una estructura compuesta por capas granulares subbase, base y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser el caso, aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

Figura 6- Estructura de un pavimento flexible.



Fuente: Elaboración propia.

2.- Pavimento semiflexible: Compuestos por una base y una carpeta asfálticas, estando constituidos por una

intermedia y otra de rodadura; cuentan con una sub-base granular.

3.- Pavimento semirrígido:

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados.

4.- Pavimento rígido: Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo.

Figura 7- Estructura de un pavimento rígido.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.3 Pavimento flexible con tratamiento superficial bicapa

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013), estos constituyen estructuras construidas sobre una base sub rasante, cuya finalidad es distribuir y resistir los esfuerzos derivados del flujo vehicular, y mejorar las condiciones tanto de comodidad como de seguridad para el tránsito. Así también, la R.D. N° 10-2014-MTC/14 (2014) señala “El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub rasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito” (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, pág. 21).

La Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres (AMIVTAC, 2012) por su lado, define a los pavimentos como superestructuras integradas por niveles o capas de diferentes espesores. Así mismo, identifica tres funciones relativas a los mismos, estas son: (a) poseen resistencia frente a los diferentes factores medioambientales, (b) conforman superficies aptas para el rodamiento vehicular en condiciones de comodidad y seguridad, y (c) muestran resistencia frente a los esfuerzos vehiculares (AMIVTAC, 2012).

La AMIVTAC (2012) señala que, para cumplir con sus funciones, los pavimentos deben poseer una serie de características tanto funcionales (propiedades mecánicas), como estructurales (calidad del servicio). De manera específica, en cuanto a las características funcionales, la AMIVTAC (2012) identifica a las siguientes:

- ✓ La regularidad de la superficie. “(...) referida a las deformaciones, tanto longitudinales como transversales, con respecto a la superficie ideal. Provoca movimientos verticales en la suspensión de los vehículos y por lo mismo la que genera más incomodidad a los usuarios y a su vez la que más afecta a los costos de operación vehicular. Afecta también en la seguridad ya que las deformaciones pueden provocar descontrol al conductor (...)” (AMIVTAC, 2012, pág. 7).
- ✓ La resistencia para el derrapamiento. “La textura de la superficie de rodamiento debe ser tal que aporte un coeficiente de fricción suficiente para la operación eficiente de los vehículos a la velocidad de proyecto de la vía aún en presencia de precipitaciones” (AMIVTAC, 2012, pág.7)
- ✓ El drenaje de la superficie. “La combinación de regularidad superficial, pendiente transversal y textura debe evitar que se presente una lámina de agua en la superficie del pavimento, ya que esta facilita el fenómeno de acuaplaneo (...)” (AMIVTAC, 2012, pág. 7)
- ✓ La disminución de ruido. “El ruido es un problema ambiental que genera problemas serios en la salud, un pavimento bien diseñado y construido puede reducir el ruido de manera considerable el ruido que se percibe tanto en el interior de los vehículos como en su entorno” (AMIVTAC, 2012, pág. 7)

La (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014) señala que, generalmente, se estructura por tres tipos de capas:

- ✓ Capa de Rodadura. “Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible)

o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito” (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, pág. 21).

- ✓ Base. “Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ($\text{CBR} \geq 80\%$) o será tratada con asfalto, cal o cemento” (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, pág. 21).
- ✓ Sub base. “Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento” (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, pág. 21).

El MTC (2013) señala que los pavimentos flexibles están constituidos por agregados, materiales bituminosos empleados como aglomerantes, y aditivos, en casos especiales.

Así también, la (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014) los define como: “(...) El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (sub base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en

frío y mezclas asfálticas en caliente” (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014, pág. 22).

Por su parte, la AMIVTAC (2012) agrega que los pavimentos flexibles poseen la capacidad de soportar la deformación elástica sin llegar a romperse.

De manera general, Ulloa (2011) señala que, los tratamientos superficiales forman parte de las mezclas asfálticas que se destinan a vías con un volumen de tránsito bajo, las cuales pueden ser empleadas tanto para impermeabilizar y proteger superficies de rodamiento estabilizadas, como para conservar capas de rodadura existentes. En este sentido, precisa “El objetivo principal de utilizar los tratamientos superficiales es sellar las superficies en las que se coloque y prolongar su vida útil a un bajo costo económico, por lo que estos se pueden clasificar de acuerdo a su aplicación y preparación” (Ulloa, 2011, pág. 46). Así también, Cuchillo (2019) los define como operaciones enfocadas en proporcionar al firme de características superficiales. De manera específica, este comenta “(...) pueden ser utilizados como capas de protección sobre caminos estabilizados o como conservación de pavimentos asfálticos. Los objetivos que se persiguen son la protección, impermeabilización y mejoramiento de la capa de rodadura, proporcionando además una superficie antideslizante” (Cuchillo, 2019, pág.2).

Por su parte, el MTC (2013) define a los tratamientos superficiales como “Aplicación de una o más capas conformadas por riegos asfálticos que pueden incluir aditivos y agregados cuyas características son definidas según especificaciones técnicas. Por lo general son de

una, dos y tres capas (monocapa y bicapa)” (MTC, 2013, pág. 48). En cuanto a los tipos de tratamientos superficiales, se identifican dos, ambas se muestran junto a sus principales características correspondientes.

Los tratamientos superficiales, según Cuchillo (2019), proporcionan básicamente una cubierta de tipo impermeable junto a una mayor resistencia abrasiva frente al tránsito vehicular a la superficie de una calzada. Así mismo, entre otras de sus funcionalidades, señala a las siguientes:

- ✓ Rehabilitan capas de rodamientos dañadas por agentes climáticos.
- ✓ Aseguran la trabazón entre la capa superior y la superficie pavimentada.
- ✓ Proporciona una superficie tanto duradera como económica para caminos de tránsitos ligeros y medianos.
- ✓ Aseguran la adherencia entre las bases granulares y las capas asfálticas superiores.
- ✓ Restringen la penetración superficial hídrica en bases granulares y pavimentos en proceso de desintegración.
- ✓ Constituyen un paliativo contra el polvo.
- ✓ Rellenan y recubren huecos, y ligan partículas desprendidas.
- ✓ Proporcionan cubiertas temporarias para pavimentos demorados e incompletos.
- ✓ Restauran la resistencia frente al deslizamiento y renuevan superficies.

Según la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2010), el tratamiento superficial bicapa constituye una solución

funcional de mejoramiento vial. Esto considerando al mejoramiento como un procedimiento enfocado en incrementar el estándar de funcionalidad de una superficie de rodadura, contemplando, además, una serie de actividades orientadas a conseguir un pavimento con capacidades estructurales adecuadas (CAF, 2010). Por su parte, DUNCOR (2016) señala que el tratamiento superficial bicapa es también conocido como tratamiento superficial doble o múltiple, y constituye una alternativa de rentabilidad significativa, generalmente construida sobre una superficie granular fresca y compacta. Así también, Cuchillo (2019) comenta lo siguiente:

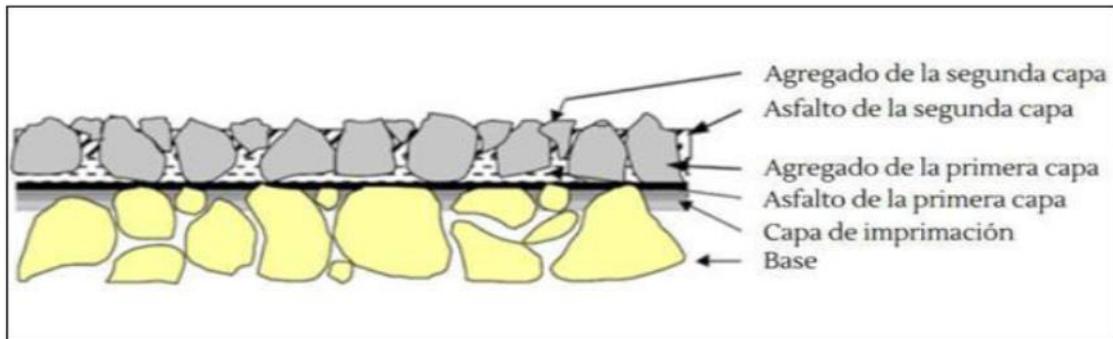
“Son dos riegos alternados y uniformemente distribuidos de ligante bituminoso y árido sobre una superficie acondicionada previamente. El tamaño medio del árido de cada distribución sucesiva es la mitad o menos del tamaño medio de la capa precedente. El espesor total es aproximadamente igual al tamaño máximo nominal del árido de la primera aplicación” (Cuchillo, 2019, pág. 2)

En esta línea de análisis, Civil 21 (2019) comenta que el tratamiento superficial es un método de puede ser aplicado tanto sobre una base asfáltica como sobre una base no asfáltica imprimida. Además, agrega: “Pueden ser usados como capas de protección sobre caminos estabilizados o como conservación de pavimentos asfálticos (...) Provee una superficie económica y duradera para caminos con base granulares que tienen tránsitos ligeros y de mediano volumen” (Civil 21, 2019, pág. 1).

Finalmente, el MTC (2013) define al tratamiento superficial bicapa como la aplicación de dos capas, una

sobre otra, conformadas por riegos asfálticos que incluyen tanto agregados como aditivos, con la finalidad de mejorar y proteger superficies de rodamiento estabilizadas o conservar capas de rodadura existentes.

Figura 8- Estructura del tratamiento superficial bicapa.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.4 Funciones de los tratamientos superficiales

(Universidad Católica del Norte tratamientos superficiales simples, dobles), El tratamiento de la superficie en sí no se considera un pavimento, esencialmente proporciona un revestimiento impermeable a la superficie del pavimento existente y proporciona resistencia a la abrasión por el tráfico para garantizar su funcionalidad. Algunas de las funciones más populares son:

1. Protege los sustratos estables de los efectos corrosivos y las tensiones tangenciales generadas por los neumáticos. “Aguilar, 2005”
2. Proteger la estructura del pavimento de los efectos del mal tiempo, principalmente de la entrada de agua que puede afectar la estabilidad de las capas de granulares, “Aguilar y salas 2012”
3. Garantiza un nivel mínimo de adherencia entre el neumático y la superficie de la carretera.

4. Su eficiente aplicación permite un tratamiento económico, con una textura simple y duradera, aplicado sobre una base granular, su efecto impermeabilizante le permite mantener su soporte adecuado. Aplicados sobre pavimento existente de hormigón o asfalto, prolongan la durabilidad de la calzada. “Aguilar, 2005”.

5. El tratamiento de doble superficie, correctamente diseñado y construido, proporciona una durabilidad y resistencia significativamente mayores en comparación con el tratamiento único, al mismo tiempo que proporciona una mayor impermeabilización. La mayor resistencia y durabilidad proporcionadas por los tratamientos duales los hacen especialmente adecuados para condiciones de mayor tráfico, pendientes más pronunciadas y climas más duros. “Aguilar, 2005”

6. Proporciona una superficie económica y duradera para líneas base granulares con tráfico ligero a moderado.

7. Previene la penetración de agua superficial en sustratos granulares y revestimientos viejos que han comenzado a agrietarse o degradarse con el tiempo. “Aguilar, Salas 2012”.

8. Revestimiento y restauración de la resistencia al deslizamiento de pavimentos dañados por el tráfico donde los agregados de la superficie han comenzado a pulirse. “Aguilar, Salas 2012”.

9. Asegurar la adherencia de las capas asfálticas superiores con las bases granulares riego de imprimación. Aguilar, Salas 2012.

10. Se adapta mejor a las deformaciones que ocurrirán en los asentamientos futuros. Aguilar, Salas 2012.

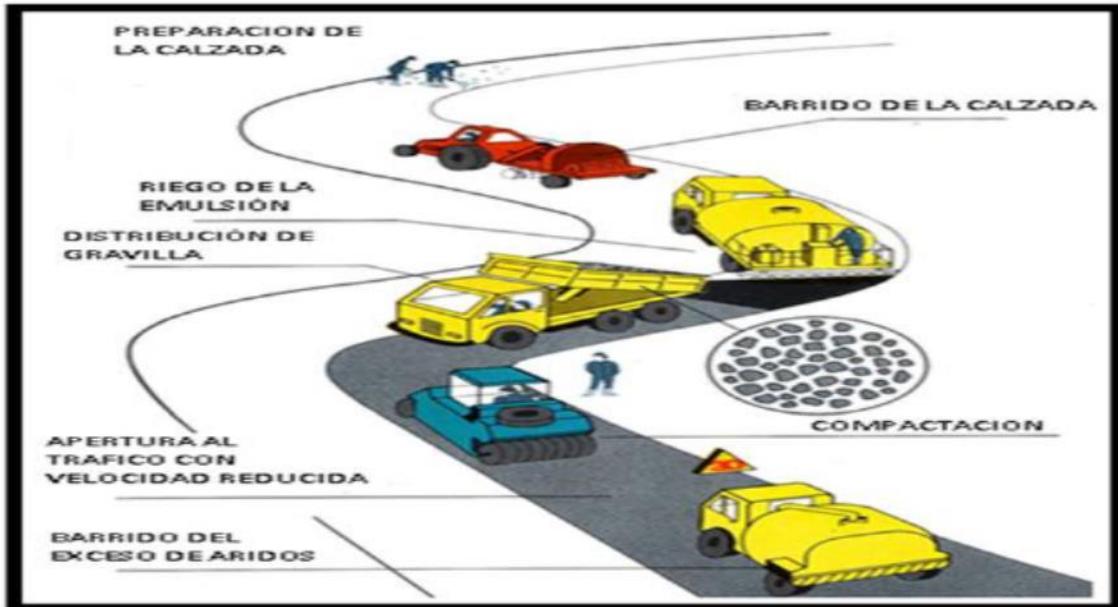
2.2.1.5 Proceso constructivo de un tratamiento superficial en carreteras

“Aguilar, Salas 2012” Universidad Católica de Santa María, “comparación entre tratamiento superficial bicapa y asfalto en caliente”, determina el proceso de construcción del tratamiento superficial de dos capas de la siguiente manera:

1. Trazado, definición y preparación del área a tratar mediante marcas o líneas visibles, del área a tratar.
2. Limpieza de la superficie.
3. Aplicación del riego asfáltico según dosificación.
4. Riego de los áridos según dosificación.
5. Rodillado o compactación neumática del tratamiento.
6. Barrido y remoción de los áridos excedentes.
7. Puesta en servicio con control de tránsito mediante un vehículo - guía.

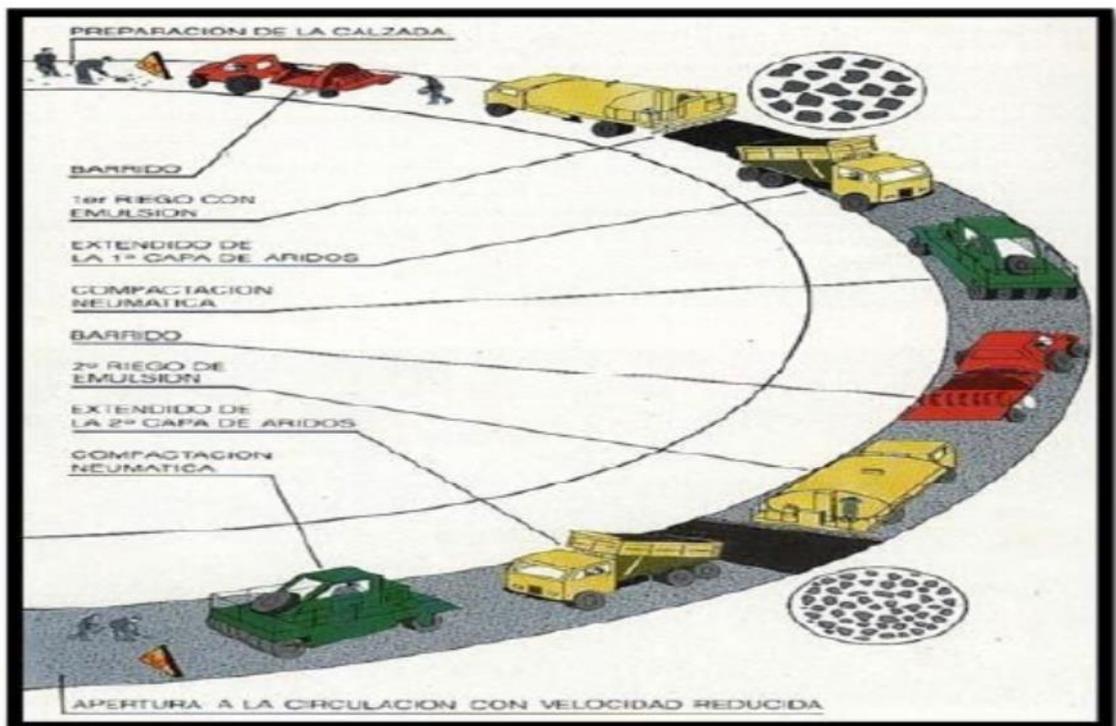
Si el tratamiento es doble se deben repetir las operaciones 3), 4), 5), 6), antes de 7), con las dosificaciones de la segunda aplicación.

Figura 9- Esquemática las operaciones de construcción de un tratamiento superficial simple.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10- Esquemática las operaciones de construcción de un tratamiento superficial doble.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.6 Equipos para la ejecución de los tratamientos superficiales

“Aguilar, Salas 2012” Universidad Católica de Santa María, “comparación entre tratamiento superficial bicapa y asfalto en caliente”, El equipo utilizado para formular tratamientos superficiales es de vital importancia para la calidad del producto final. Este equipo debe estar correctamente ajustado y en buen estado de funcionamiento a través de un mantenimiento de rutina y una inspección regular, dirigida a un desgaste excesivo, grietas y calibración.

El éxito de la operación en general dependerá de:

1. Estado de conservación de los equipos.
2. Condiciones de ejecución.
3. Competencia del personal.

Los Equipos requeridos para este trabajo son:

4. Escobas mecánicas y/o compresoras de Aire.
5. Tanque imprimador.
6. Distribuidor de agregados.
7. Camiones
8. Compactadores.

2.3. Marco Normativo

Para el desarrollo de la investigación, se tuvo en cuenta las siguientes normas de diseño.

1. Método USACE 2014

2. Método AASHTO 1993.
3. Manual de caminos no pavimentados MTC.
4. Guía de caminos vecinales del SNIP.
5. Normas jurídicas enmarcadas en los D.S., leyes, artículos y reglamentación del ministerio de transportes y comunicaciones para la construcción, rehabilitación y conservación de carreteras en el Perú.
6. EG-2013, manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para la construcción.
7. Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito

2.4. Definición de términos

1. **Material préstamo lateral:** Según “manual para el diseño de mantenimiento de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito 2008”, es aquel material de características apropiadas para su uso en la construcción de las explanaciones, que proviene de bancos y canteras naturales adyacentes a la explanada del camino.
2. **Base granular:** Según “manual para el diseño de mantenimiento de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito 2008”, es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una base integrante de un pavimento, los materiales utilizados en la base granular deben cumplir ciertos requisitos, que se describen a continuación.
3. **Valor soporte:** Según “manual para el diseño de mantenimiento de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito 2008”, debe tener un CBR determinado por el método AASHTO T 193 de 70 para base, efectuado sobre una muestra saturada a 95 % de compactación determinada por el método AASHTO T 180.

4. **Abrasión:** Según “manual para el diseño de mantenimiento de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito 2008”, la porción de agregado retenida en el tamiz 4.75 mm(N° 4), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión determinado por el método AASHTO T 96, mayor de 50 a 500 revoluciones.
5. **Partículas planas o alargadas:** Según “manual para el diseño de mantenimiento de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito 2008”. No más del 25% en peso del material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4), pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.
6. **Gradación:** Según “manual para el diseño de mantenimiento de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito 2008”, el material para capa de base granular debe llenarlos requisitos de graduación, determinada por los métodos AASHTO T 27 y AASHTO T 11, de los que se estipulan en la tabla XII.
7. **Plasticidad y cohesión:** El material de la capa de base granular, en el momento de ser colocado en la carretera, no debe tener en la fracción que pasa el tamiz 0.425 mm (N° 40), incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad mayor de 6 para la base, determinado por el método AASHTO T 90, ni un límite líquido mayor de 25, según AASHTO T 89, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo de conformidad con AASHTO T – 146, según (método AASHTO 1993).
8. **Agregado:** Material pétreo de composición mineralógica que se combina con el material cementante para formar el concreto asfáltico, según los parámetros establecidos de AASHTO 1993.
9. **Asfalto:** Producto derivado de los hidrocarburos que endurece por enfriamiento o evaporación de sus disolventes, según la ficha técnica del producto, según método de AASHTO 1993.

- 10. Carpeta asfáltica:** Capa de pavimento destinada a la circulación de vehículos que protege las capas inferiores y brinda comodidad y seguridad a los transeúntes, según método de AASHTO 1993.
- 11. Asfalto MC-30:** Según, ficha técnica el MC-30, certificado ISO 9001", es un asfalto cortado de curado medio, color negro y estado normal líquido, consiste en un asfalto diluido en solventes, de uso en frío. La consistencia de este producto permite riegos homogéneos sobre la superficie a aplicar. Se utiliza principalmente como imprimante en bases estabilizadas antes de colocar un pavimento asfáltico, también puede utilizarse como riego matapolvo.
- 12. Asfalto líquido RC 250:** Se trata de un producto líquido a temperatura ambiente y que se aplica en frío. Uno de los más utilizados son los de curado rápido (RC). Son recomendados en imprimaciones, lechadas asfálticas, riesgos de liga, tratamientos superficiales, micro pavimentos y estabilización de suelos en superficies con necesidades de impermeabilización y la durabilidad. Es un asfalto diluido en solventes, de uso en frío, su consistencia le permite ser mezclado con agregados pétreos mediante revoltura mecánica, para mejorar la trabajabilidad de la mezcla, se le puede aplicar temperatura al RC - 250 y así disminuir su viscosidad, según la ficha técnica del producto, certificado por el ISO 9001.
- 13. Piedra chancada de 1/2":** Utilizar agregados 100% triturados, que presenten excelente resistencia a la abrasión y durabilidad, y ataque a los sulfatos siendo extremadamente importante que los agregados estén completamente limpios y secos. Los equipos de compactación deberán estar a un espaciamiento mínimo (menor a 50m) de la gravilladora para lo cual se requiere una sincronización eficiente durante la aplicación, según Córdor 2016.
- 14. Granulometría tipo I:** Las mezclas realizadas con la graduación tipo I son las más finas, y se utilizan generalmente para lograr una penetración máxima de las grietas y para áreas de tráfico de baja

intensidad, por ejemplo: campos de aviación y parqueos, esta mezcla se puede también utilizarse como tratamiento previo al recubrimiento con mezclas en caliente o para ser utilizados con los chips que mejoren la resistencia, según Córdor 2016.

15. Granulometría tipo II: Según “M. de caminos no pavimentadas MTC 2010”, es el tipo más común de granulometría utilizada, se emplea en mezclas utilizadas para corregir daños moderados a severos por pérdida de agregado, oxidación de la carpeta o pérdida de asfalto y para proveer mayor resistencia al deslizamiento.

16. Granulometría tipo III: Según “M. de caminos no pavimentadas MTC 2008”, es empleada para mezclas que se utilizaran como correctoras de irregularidades superficiales y para aplicaciones en tráfico de alta densidad.

17. Resistencia al pulido: Es necesario indicar la gran importancia que en los tratamientos superficiales tiene la conservación de la textura superficial de los áridos para brindar una superficie adecuada. El transport and road research laboratory ha desarrollado un ensayo de pulido acelerado que ha sido adoptado por numerosas administraciones. En este ensayo, mediante la aplicación de dos abrasivos y el paso de una rueda neumática sobre las probetas formadas por un mosaico de partículas minerales, se determina la evolución del coeficiente de rozamiento medio con un péndulo a lo largo de 6 horas, el valor final es el coeficiente de pulido, acelerado (C.P.A), en los riegos, según la responsabilidad, se exigen valores comprendidos entre 0.4 y 0.55.

18. Adherencia: La buena adherencia entre agregado y el ligante, y la capacidad para conservarla, son esenciales para obtener un buen tratamiento superficial, la adherencia sin embargo puede ser afectada por condiciones climáticas de humedad y/o suciedad en los agregados, que deben ser controladas para asegurar el éxito del tratamiento del pavimento.

- 19. Desintegración del agregado pétreos:** La desintegración de los agregados se determinará mediante el ensayo de durabilidad. “ASTM C 88 o AASHTO T 104”, en el cual la norma exige que para la pérdida en sulfato de sodio (Na_2SO_4), se aceptará un 12% como máximo y para la pérdida en sulfato de magnesio (MgSO_4), un 18% como máximo como menciona la norma de materiales EG 2013.
- 20. Cubicidad de partículas:** La cubicidad de los agregados pétreos para la selección de tratamientos superficiales se determinará mediante los ensayos siguientes: Partículas chancadas del agregado % mínimo 7, Partículas lajeadas del agregado % máximo 10.
- 21. Riego monocapa:** Formados por una única aplicación de ligante, seguida de la extensión de una sola capa de gravilla, se denominan simples tratamientos superficiales o más abreviadamente STS, según L. Bañon.
- 22. Riegos Bicapa:** Constituidos por dos aplicaciones sucesivas de ligante y árido, de tal manera que existe una relación entre la dosificación de ligante y los tamaños de árido de ambas aplicaciones, también conocidos como dobles tratamientos superficiales o DTS, Según L. Bañon.
- 23. Riegos monocapa doble engravillado:** Situación intermedia entre los dos anteriores, consistente en la realización de un solo riego de ligante, seguido de la extensión sucesiva de una capa de grava gruesa y otra más fina que ocupe los huecos dejados por la primera, según L. Bañon.
- 24. Riegos sándwich:** Tratamientos especiales empleados en carreteras de baja intensidad de tráfico, donde primero se extiende una capa de grava que actúa a modo de anclaje para posteriormente regar con ligante y extender una gravilla de menor tamaño que la anterior, según L. Bañon.

25. Riegos multicapa: Este tipo de tratamientos se basa en la extensión de múltiples capas de gravilla regadas con ligante, destacan los triples tratamientos superficiales (TIS), aunque actualmente están en desuso dado que es más económico aplicar una capa delgada de aglomerado asfáltico, según L. Bañon.

26. Afirmado: Según “manual de caminos no pavimentadas MTC 2005”, capa de material natural selecto procesado o semiprocesado de acuerdo a diseño, que se coloca sobre la subrasante de un camino, funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en carreteras no pavimentadas.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa mediante el método AASHTO 93 (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014), mejora la transitabilidad del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

2.5.2. Hipótesis específicos

a) El análisis de la demanda del tránsito vehicular del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, determinará los cálculos del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa mediante el método AASHTO 93.

b) El estudio de mecánica de suelos, garantizará realizar un buen diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, para el mejoramiento de la transitabilidad del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

c) Los espesores de la estructura del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, garantizará la duración del pavimento flexible del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

2.6. Variables

2.6.1. Definición conceptual de la variable

Se considera variable a aquella que presenta una característica, cualidad o propiedad sobre un fenómeno o hecho que tiende a variar y que puede ser medido y/o evaluado.

Y = Tratamiento superficial bicapa.

X = Diseño de pavimento flexible.

2.6.2. Definición operacional de la variable

Para la investigación se ha considerado las siguientes variables:

Tabla 1 – Variables de investigación.

Variable Independiente	Variable Dependiente
Tratamiento superficial bicapa	Diseño de pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 2 – Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación		
Tratamiento superficial bicapa.	Independiente	Operaciones auxiliares o complementarias en el proceso de construcción o conservación del firme, se caracterizan por componentes únicamente de ligantes bituminosos.	Directa: politoma	Laboratorio de mecánica de suelos		
		Riegos sin gravilla.				
		Riegos con Gravilla.				
Diseño de pavimento flexible	Dependiente	Lechadas Bituminosas.	soles	Normas		
		Estudio de volumen vehicular			unidades	En campo mediante conteo vehicular.
		Diseño de las capas del pavimento			metros	En gabinete mediante procesamiento de datos
		Factores de diseño			Comparación de los diferentes pavimentos y sus viabilidades	
		Carga vehicular				
		Normas				

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Método general: El desarrollo de esta tesis se realiza mediante la investigación científica y como método específico se utilizó la deducción e inducción, analítico sintético y sistemático que se basan en un enfoque general para comprender lo específico.

3.2. Tipo de Investigación

Por su finalidad de estudio, el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas, el objetivo general y objetivos específicos de la investigación fue de tipo: aplicada.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue descriptivo. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

3.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó en el trabajo de investigación es no experimental. El diseño de Investigación no experimental, podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional

las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población, según Monje (2011) es “un conjunto de elementos que cumplen con unas determinadas especificaciones” (p. 123), por lo que en la investigación se determinó que la población esta conformara por los caminos vecinales del distrito de Palca, provincia de Huancavelica, región de Huancavelica.

3.5.2. Muestra

Se entiende por muestra, según Monje (2011) a “un conjunto de objetos y sujetos procedentes de una población; es decir un subgrupo de la población” (p. 123), este grupo será elegido de forma no probabilístico debido a que Monje (2011) menciona que esta muestra “no depende del azar, los elementos se escogen de acuerdo a unas características definidas por el investigador o la investigación” (p. 125), por lo que se tomó como muestra a la totalidad del estudio, es decir al camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, se describen los instrumentos y técnicas que se emplearon en la investigación.

Técnicas	Instrumentos	Usos
Análisis de documentos	Antecedentes similares al proyecto a investigar	Analizar e interpretar la información para comprender y explicar los resultados que se pudieran obtener
	Libros de pavimentación	
	Normativa MTC	
	Normativa AASHTO	
Codificación de calicatas	Artículos científicos	Obtener muestras codificadas para llevar un control exhaustivo y lograr la caracterización más precisa de la información
	Fichas técnicas	
Codificación de vehículos	Rotulado de cada espécimen	Obtener un conteo preciso y detallado de los vehículos
	Lista de control	
Medición geométrica	Lista de conteo vehicular	Conocer el perfil del terreno
	Lista de control	
	Cinta métrica	

3.7. Procesamiento de la información

A continuación, se presentan las técnicas empleadas en el procesamiento de la información recolectada en el desarrollo de la investigación.

Técnicas	Programas	Uso
Procesamiento de datos	Microsoft Excel	Permite elaborar cuadros comparativos, exportación e importación de datos, presentación de presupuestos.
	Microsoft Word	Para la presentación de avances y presentación final del proyecto.
	AutoCAD	Para la realización de planos.
	Google maps	Para obtener una ubicación exacta de las localidades y posición de cada calicata.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para la elaboración y procesamiento de los datos se emplearon programas como autocad, hojas Excel, Word, los que sirvieron para ordenar los datos obtenidos a fin de realizar las interpretaciones y estas se puede apreciar en los anexos respectivos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

4.1.1. Resultados de la demanda del tránsito vehicular

El desarrollo del primer objetivo específico, tuvo por finalidad conocer el volumen de tráfico, las características, el origen – destino y control de velocidad del tráfico vehicular que se movilizan por la infraestructura vial, elemento indispensable para la viabilidad de los caminos vecinales y la determinación de las características de diseño bajo este parámetro.

Es necesario como base, un análisis preliminar de la influencia de diferentes fincas o actividades productivas abordadas desde el camino; Esto permite determinar las características de la información que se debe recolectar y la investigación de campo que se debe realizar.

En base a lo anterior, investigamos el área más adecuada para colocar la estación de cobertura, luego mediante el método de conteo manual de vehículos, relevamos el origen y destino de los pasajeros y vehículos, obtenemos los componentes necesarios para identificar los automóviles. tráfico del tramo en estudio.

El presente estudio, consistió básicamente en cuantificar el volumen de tráfico y su proyección, para la proyección del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica - Occoropuquio. La toma de datos se realizó en el ingreso a las localidades en estudio, para determinar el IMDA.

a.- Metodología de conteo: El desarrollo del estudio de tráfico comprendió las siguientes tres etapas:

- 1.- Recopilación de la información secundaria y primaria.
- 2.- Tabulación de la información.
- 3.- Análisis de la información y obtención de resultados (IMDA).

b.- Recopilación de la información: La información básica para la elaboración del estudio surge de dos fuentes: primarias y secundarias. La fuente primaria correspondió al levantamiento de información de campo, e incluye la información obtenida del conteo de tráfico por día y semana. Para cumplir con esta actividad, se llevó a cabo un trabajo previo de gabinete para la preparación de los instrumentos y la planificación del trabajo de campo con el fin de reconocer las vías de acceso, tanto de entrada como de salida, del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica - Occoropuquio, para identificar la ubicación de las estaciones de control de tráfico. La información de la fuente primaria permitió actualizar, verificar y/o complementar la información secundaria disponible.

1.- Trabajo de gabinete: Consistió en el diseño de los formatos para el conteo y la encuesta origen / destino (O/D), que fueron utilizados en las estaciones de control preestablecidas para el trabajo de campo.

Formato del conteo volumétrico de tráfico: Contiene los requerimientos para la recopilación de información en las

estaciones de control identificadas, como: nombre de la estación de conteo, el tramo correspondiente, características de los vehículos, fecha y hora del conteo, el sentido del tráfico para cada tipo de vehículo.

Formato de encuesta origen – destino: Establecido con el fin de recopilar la información referente a la estación, fecha, y hora en que se realizó la encuesta; así como, la información básica referente al vehículo, como: tipo de vehículo, placa, número de ejes, marca, modelo, año de fabricación, carrocería, combustible utilizado, peso seco, peso bruto, peso de carga, número de asientos, número de pasajeros, el origen y destino, así como el tipo de carga transportado en el caso de los camiones.

Para los vehículos de transporte de pasajeros, el formato establece además de todo lo señalado, que se recopile información referente al número de pasajeros y motivo de viaje (trabajo, estudio, recreación o vacaciones, salud).

2.- Trabajo de campo: Con el propósito de identificar y precisar el sitio de las estaciones predeterminadas, se realizó el reconocimiento del tramo que forman parte de la carretera en estudio, de esta forma, se ubicaron las estaciones considerando las intersecciones existentes, el flujo de tráfico vehicular, así como las condiciones físicas y facilidades que permitirán realizar adecuadamente el levantamiento de información requerida.

De acuerdo con el planeamiento de las actividades a cumplirse en las estaciones identificadas, los jefes de brigada reclutaron y capacitaron a los contadores seleccionados para el desarrollo de las actividades de conteo.

La composición del equipo se estableció en función al nivel de tráfico y según turnos, a fin de que permita una adecuada rotación y el cumplimiento de las actividades de control.

El conteo volumétrico (Conteo de Tráfico) se realizó en dos (02) estación previamente identificadas y seleccionadas, en un período de siete (07) días consecutivos de la semana y durante las 24 horas.

El conteo se efectuó por sentido (entrada - salida), en forma simultánea y continua. Ver tabla Nª 03

Tabla 3 – Planificación de las Estaciones de Control.

Estación		Número de Días de Control	Horario de Control	Objetivo de Control
Nombre	Ubicación			
camino vecinal	intersección de vía a Huancavelica - Occoropuquio	7	24 Hrs.	Conteo y clasificación.

Fuente: Elaboración propia.

c.- Procesamiento de la información: Esta actividad comprendió íntegramente al trabajo de gabinete. Las informaciones de los conteos de tráfico obtenidos en campo se procesaron en formatos Excel, donde se registraron todos los vehículos por hora y día, por sentido (entrada y salida) y por tipo de vehículo. La información obtenida de la Encuesta Origen - Destino fue procesada en Matrices Origen – Destino por tipo de vehículo, agrupando las localidades más representativas identificadas como generadoras o receptoras de flujos de tráfico.

d.- Análisis de la información y obtención de resultados: La información obtenida de los conteos tiene por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como la composición vehicular y variación diaria y horaria. Para convertir el volumen de tráfico obtenido en Índice Medio Diario Anual (IMDA), se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMDA = \frac{(VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5 + VD_{sab} + VD_{dom})}{7} \times F.C.E.$$

Dónde:

VDL1 +... + VDL5. : Volumen de tráfico registrado en los días laborables

VDSab: Volumen de tráfico registrado sábado

VDDom: Volumen de tráfico registrado domingo

FCE: Factor de corrección estacional

IMDA: Índice Medio Diario Anual

e.- Resultado de conteos: La estación de conteo y clasificador vehicular N° 1 (EC-1), fue ubicada a la entrada del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica - Occoropuquio. El conteo se realizó durante 7 días. En la tabla N°04, se muestra el resultado referido al conteo volumétrico de tráfico, la clasificación diaria para la estación EC-1, que comprende a la estación.

Tabla 4 – Resultados de los conteo de tráfico – vía principal.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Auto	74	60	88	84	74	42	68	490
Station Wagon	26	16	22	38	28	26	22	178
Pick Up	60	66	54	80	66	49	33	408
Panel	4	4	22	4	12	6	2	54
Combi Rural	57	60	86	52	106	71	48	480
Micro	0	0	10	18	16	14	0	58
Bus 2E	0	0	0	0	16	0	0	16
Camión 2E	2	6	4	0	0	3	0	15
TOTAL	223	212	286	276	318	211	173	1699

Fuente: Elaboración propia.

f.- Índice medio diario: El IMD Anual (IMDA) se determina multiplicando el promedio de la semana por el factor de corrección estacional. En este tramo, el IMD Anual es de 232 vehículos por día. En la tabla N° 05, se muestra el resumen del IMD Anual.

Tabla 5 – Variación diaria del índice medio diario anual (IMDa).

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	IMDs	FC	IMDa
Auto	74	60	88	84	74	42	68	490	70	0.94	66
Station Wagon	26	16	22	38	28	26	22	178	25	0.94	24
Pick Up	60	66	54	80	66	49	33	408	58	0.94	55
Panel	4	4	22	4	12	6	2	54	8	0.94	8
Combi Rural	57	60	86	52	106	71	48	480	69	0.94	65
Micro	0	0	10	18	16	14	0	58	8	0.94	8
Bus 2E	0	0	0	0	16	0	0	16	2	1.005	3
Camión 2E	2	6	4	0	0	3	0	15	2	1.005	3
TOTAL	223	212	286	276	318	211	173	1699	243		232

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 – Resumen de la variación diaria del índice medio diario anual (IMDa).

Tipo de Vehículo	IMDs	FC	IMDa
Auto	70	0.94	66
Station Wagon	25	0.94	24
Pick Up	58	0.94	55
Panel	8	0.94	8
Combi Rural	69	0.94	65
Micro	8	0.94	8
Bus 2E	2	1.005	3
Camión 2E	2	1.005	3
TOTAL	243		232

Fuente: Elaboración propia.

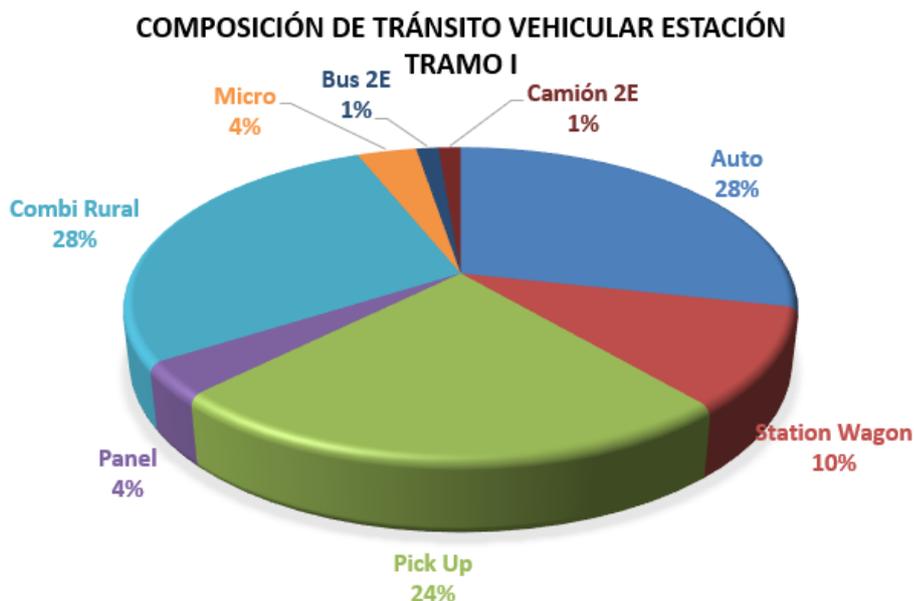
g.- Clasificación vehicular promedio:

Tabla 7 – Índice medio diario anual (IMD) según clasificación vehicular.

Tipo de Vehículo	IMDs	Distribución (%)
Auto	70	28.45
Station Wagon	25	10.34
Pick Up	58	23.71
Panel	8	3.45
Combi Rural	69	28.02
Micro	8	3.45
Bus 2E	2	1.29
Camión 2E	2	1.29
TOTAL	243	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11- Índice medio diario anual (IMD) según clasificación vehicular.



Fuente: Elaboración Propia.

h.- Variación horaria: Respecto a la variación horaria del tráfico, se ha observado que las horas de mayor movimiento de tráfico son: el jueves con 39 Vehículos en ambos sentidos.

i.- Variación diaria: Respecto a la variación diaria del tráfico, se ha observado que los días de mayor movimiento de tráfico son: el miércoles con 245 Vehículos en ambos sentidos.

j.- Factores de corrección estacional: El factor de corrección estacional, se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por unidad de peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar diversas fluctuaciones de volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a los factores recreacionales, climáticos, las épocas de cosecha, las festividades, las vacaciones escolares, viajes diversos, etc; que se producen durante el año.

Para el cálculo de factor de corrección mensual (FCm) se obtuvo de la información de la unidad de peaje más cercana a la carretera en estudio.

k.- Tráfico normal: La proyección del tráfico normal, tanto de carga como de pasajeros, para el horizonte de análisis, se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento correspondientes al IMD por tipo de vehículo del año base (2019). Los resultados de la proyección del tráfico normal más generado se muestran en la tabla N° 8. Para la proyección del tráfico de la, se tomó en cuenta los resultados del conteo de tráfico realizado para fines del presente estudio.

Tabla 8 – Trafico normal.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	232	232	235	235	238	240	240	242	243	245	249
Auto	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70
Station Wagon	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25	26
Pick Up	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	59
Panel	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Combi Rural	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69
Micro	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Bus 2E	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 2E	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4

Fuente: Elaboración propia.

l.- Proyección de tráfico normal: La proyección del tráfico normal, tanto de carga como de pasajeros, para el horizonte de análisis, se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento correspondientes al IMD por tipo de vehículo del año base (2019). Los resultados de la proyección del tráfico normal más generado se muestran en la tabla

Nº 8. Para la proyección del tráfico se tomó en cuenta los resultados del conteo de tráfico realizado para fines del presente estudio.

m.- Tráfico generado y desviado: El tráfico generado corresponde a aquel que no existe en la situación sin proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejora de las condiciones de transitabilidad de la infraestructura. En este caso, de acuerdo con la experiencia de otros proyectos de rehabilitación y/o mejoramiento, se considera que el tráfico generado sería consecuencia de un mayor intercambio comercial, menor tiempo y distancia de recorrido entre principales poblaciones del área de influencia directa e indirecta.

n.- Proyección total del tráfico: Los resultados de la proyección del tráfico normal y generado se muestran en tabla Nº 9.

Tabla 9 – Proyección de tráfico normal + generado.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	232	232	235	235	238	240	240	242	243	245	249
Auto	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70
Station Wagon	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25	26
Pick Up	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	59
Panel	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Combi Rural	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69
Micro	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Bus 2E	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 2E	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Tráfico Generado	27										
Auto	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Station Wagon	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Pick Up	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Panel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Combi Rural	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Micro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IMD TOTAL	259	259	262	262	265	267	267	269	270	272	276

Fuente: Elaboración propia.

o.- Número de repeticiones de ejes equivalentes: Para el diseño la demanda que corresponde al del tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderadamente tiene importancia. En base a la información se calculará el número acumulado de repeticiones de carga.

Para el cálculo del número de repeticiones Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la suma de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados.

4.1.2. Resultados del estudio de mecánica de suelos

a.- Investigaciones realizadas: Las labores se inician con la ubicación de las calicatas a lo largo el tramo en estudio, ubicadas las calicatas se realizaron prospecciones por cada área menor o igual a una hectárea, de las cuales se retiraron muestras representativas de las áreas correspondientes en cantidades necesarias para ser estudiadas y procesadas en laboratorio. El trabajo de la extracción de muestras se ha realizado siguiendo la Norma Técnica NTP 400.010.2020 (ASTM D75) Práctica estándar para extracción y preparación de muestras.

A continuación, se expone los detalles de la ubicación de las 2 exploraciones detalladas en la tabla N° 10.

Tabla 10 – Relación detallada de calicatas ejecutadas .

CALICATA	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ELEVACIÓN	ESTE	NORTE
C1	Progresiva km 00+160	1.50	4357.64	499430.54	8595050.31
C2	Progresiva km 00+420	1.50	4342.25	499830.49	8595163.73

Fuente: Elaboración propia.

b.- Ensayos realizados: Con las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos:

b.1.- Clasificación del suelo (sucs – aastho): En las tablas siguientes se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos de ensayo realizado a las diferentes muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 11 – Resumen de la clasificación del suelo por el método sucs y aashto.

CALICATA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO
C-01	53.94	40.25	5.81	GP-GC	A-1-a(0)
C-02	45.19	48.06	6.76	SP-SC	(0)

Fuente: Elaboración propia.

b.2.- Límites líquido y plástico: En las tablas siguientes se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos de ensayo realizado a las diferentes muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 12 – Resumen del límite líquido y plástico.

CALICATA	HUMEDAD %	LÍMITE LÍQUIDO %	LÍMITE PLÁSTICO %	ÍNDICE PLÁSTICO
C-01	3.73	26.10	20.10	6.00
C-02	4.25	31.20	20.70	10.50

Fuente: Elaboración propia.

b.3.- California Bearing Ratio: En las tablas siguientes se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos de ensayo realizado a las diferentes muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 13 – Resumen del CBR.

CALICATA	PROFUNDIDAD	CBR (%) – 95%	CBR (%) – 100%
C-02	1.50	6.90	9.18

Fuente: Elaboración propia.

b.4.- Proctor modificado: En las tablas siguientes se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos de ensayo realizado a las diferentes muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 14 – Resumen del proctor modificado.

CALICATA	PROFUNDIDAD	PROCTOR (gr/cm ³)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-02	1.50	2.07	7.41

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Resultados de los espesores de la estructura del diseño del pavimento flexible:

1.- Cálculo de diseño de pavimento flexible – tratamiento

superficial bicapa: El diseño estructural de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa para el camino vecinal intersección de vía a Huancavelica - Occoropuquio, y el dimensionamiento de las secciones de pavimento, se realiza mediante la metodología “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures” (1993); debido a que, la carga de tráfico vehicular impuesto al pavimento y las especificaciones de la sub rasante, influye en el cálculo de diseño estructural de cualquier pavimento, tal como señala el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14; Por lo que, la metodología AASHTO 93, para los cálculos de diseño estructural toma en consideración el valor de C.B.R. (California Bearing Ratio) de la sub rasante, número de ejes equivalentes, con la que se determina de numero estructural requerido (SNR). El fin del modelo AASHTO, es hallar el cálculo de la cantidad estructural que se necesita, de acuerdo al cual, se identifican y determinen un conjunto de espesores para cada una de las capas de la estructura del pavimento, estas deben de construirse encima de la sub rasante para el soporte de las cargas vehiculares con un servicio aceptable en medio del periodo de diseño (R.D. N° 10- 2014-MTC/14, 2014). La ecuación para el diseño de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a la guía de AASHTO 93 es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Para calcular el diseño de estructura del pavimento flexible - tratamiento superficial bicapa se obtenido los siguientes datos:

a.- Periodo de diseño: El periodo para diseñar un pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, para mejorar la transitabilidad del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica - Occoropuquio, será de 10 años.

b.- W18: Es la cantidad acumulada de ejes simples equivalente a 18000 lb (18 KN) para el periodo de diseño, conocido también como ESALs, para nuestro estudio ha sido calculado en el estudio de tráfico del presente trabajo, la misma que asciende a 231,558.12 EE ó 2.32E+05 EE.

c.- Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr): Es el valor de confiabilidad, el mismo que se ha seleccionado del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14 de acuerdo al volumen de tránsito que se refleja en ejes equivalentes (231,558.12 EE), para el cálculo del Zr. Se ha considerado tomando en cuenta la Tabla 15: Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr):

$$Zr = -0.524$$

Tabla 15 – Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Z_r).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}		>30'000,000	-1.645

Fuente: Tomado del “Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” (R.D. N° 10-2014- MTC/14, 2014), Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

d.- Desviación estándar combinada (S_o): Es el valor que engloba a la variabilidad que se espera para predecir el tránsito y los otros factores que tienen influencia en el comportamiento del pavimento. El método AASHTO, recomienda la adopción para los pavimentos flexibles, valores de S_o que se comprenden entre 0.40 y 0.50, para los diseños de pavimento flexible recomienda tomar el valor de 0.45 (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014).

Por lo tanto, para nuestro diseño de pavimento flexible se toma el valor de:

$$S_o = 0.4.$$

e.- Serviciabilidad inicial (Pi): Es una condición vial construida recientemente. El Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14, especifica los cuadros de valores según a los diferentes tipos de tráfico:

$$P_i = 3.80$$

f.- Serviciabilidad final o terminal (Pt): Es el requerimiento de la vía que requiere de rehabilitación o reconstrucción (R.D.N° 10-2014-MTC/14, 2014). El Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14, detalla los cuadros de valores de acuerdo a los diferentes tipos de tráfico. Por lo tanto, se tomó el valor de:

$$P_t = 2.00$$

g.- Variación de serviciabilidad (Δ PSI): Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial y terminal. Por lo tanto, según la tabla N° 16 de la presente tesis se tomó el valor de:

$$\Delta PSI = 1.80$$

Tabla 16 – Diferencial de Serviabilidad (ΔPSI), según rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	1.20
	TP15	>30'000,000		1.20

Fuente: Tomado del “Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” (R.D. N° 10-2014- MTC/14, 2014), Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

h.- Módulo de resiliencia (MR): Es un tipo de medida de rigidez del suelo de sub rasante, para el cálculo de este, debe de determinarse a través de un ensayo de resiliencia determinado según las recomendaciones de AASHTO (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014).

Para el presente estudio se ha calculado el módulo de resiliencia de acuerdo a la formula siguiente:

$$MR (PSI) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Datos:

C.B.R. de diseño = 9.18%

Calculado por el método del Instituto de Asfalto

CÁLCULO:

$$MR (PSI) = 2555 \times 9.18^{0.64}$$

$$MR (PSI) = 10,558.6944$$

$$MR (KSI) = 10.56$$

i. Confiabilidad (%R): La confiabilidad representa a la probabilidad que cierta estructura se comporte, durante su periodo de diseño previsto. La metodología de AASHTO, recomienda valores de niveles de confiabilidad para diferentes rangos de tráfico (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014).

Para el estudio tomando en consideración el tráfico que existe en la vía del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica - Occoropuquio, se ha tomado el nivel de confiabilidad (R) de 70%, de acuerdo a la tabla N° 17 de la presente tesis.

Tabla 17 – Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico.

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

Fuente: Tomado del “Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” (R.D. N° 10-2014- MTC/14, 2014), Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

j. Número estructural propuesto (SNR): El número estructural requerido consiste en procesar los datos y se aplica a la ecuación de diseño AASHTO, la cual halla el valor. El número estructural de pueda hallar de dos formas:

1.- Utilizando la fórmula aashto:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Reemplazando los datos correspondientes en la formula, se tiene como resultado:

$$SN = SNR = 2.09$$

2.- Utilizando el software aashto: Existe un Software, para un cálculo más rápido del Numero Estructural Requerido, que consiste en la introducción de datos ya calculados y solo realizar un click en calcular y automáticamente se calculará el Numero Estructural Requerido.

El resultado del cálculo: SN = 2.09.

Figura 12- Cálculo de número estructural mediante software.

Fuente: Tomado de “Software de cálculo de ecuación AASHTO 93”.

k. Cálculo de espesores: Los espesores de las capas: capa de rodadura asfáltica, de base y sub base se calculan, a través del empleo de los valores estructurales, obtenidos de la aplicación la siguiente ecuación:

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

Donde:

a_1 , a_2 , a_3 = Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.

d_1 , d_2 , d_3 = Espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.

m_2 , m_3 = Coeficientes de drenaje para las capas de base y sub base respectivamente.

Según AASHTO, la ecuación SN tiene varias soluciones, en otras palabras, cuenta con varias combinaciones de espesores de cada capa brindando una solución satisfactoria. Se debe de analizar el comportamiento de las opciones de estructuras de pavimento seleccionadas, de modo que, pueda decidirse por la mejor alternativa, en base al tránsito que debe de soportar la calzada (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014).

El Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, considera los valores de los coeficientes estructurales siguientes:

m_2 , m_3 : Para el caso de drenaje de acuerdo al lugar del proyecto, se ha tomado el valor de 1.00: Valores recomendados del coeficiente de drenaje m_i para bases y sub bases granulares no tratadas en pavimentos flexibles.

a_1 , a_2 , a_3 : Para el caso de los coeficientes estructurales de las capas del pavimento, para un pavimento flexible de tratamiento superficial bicapa del proyecto planteado, se ha considerado de

acuerdo a la tabla 18: Coeficientes estructurales de las capas del pavimento a_i .

Tabla 18 – Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico \leq 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $>$ 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Tomado del “Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” (R.D. N° 10-2014- MTC/14, 2014), Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Datos para el cálculo:

SNR = 2.09

$a_1 = 0$ (No se considera porque no tiene aporte estructural)
 $a_2 = 0.052 / \text{Cm}$ (Coeficiente estructural de base granular)
 $a_3 = 0.047 / \text{Cm}$ (Coeficiente estructural de sub base granular)
 $m_2 = 1.00$ (Coeficiente de drenaje de capa base granular)
 $m_3 = 1.00$ (Coeficiente de drenaje de capa sub base granular)
 $d_1 = ?$ (Espesor (en centímetros) de la capa superficial de tratamiento superficial bicapa)
 $d_2 = ?$ (Espesor (en centímetros) de la capa base granular)
 $d_3 = ?$ (Espesor (en centímetros) de la capa sub base granular)

Tabla 19 – Resultado de espesores de capas propuesto – alternativa 01.

SN (REQUERIDO)	SN (RESULTADO)	DATOS DE CALCULO		
		a1	a2	a3
		0.00	0.052	0.047
		d1	d2	d3
		Propuesta de capa de tratamiento superficial bicapa	Propuesta de capa de base granular	Propuesta de capa de sub base granular
2.09	1.04	2.50 cm	20 cm	0.00 cm
			m2	m3
			1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 – Resultado de espesores de capas propuesto – alternativa 02.

SN (REQUERIDO)	SN (RESULTADO)	DATOS DE CALCULO		
		a1	a2	a3
		0.00	0.052	0.047
		d1	d2	d3
		Propuesta de capa de tratamiento superficial bicapa	Propuesta de capa de base granular	Propuesta de capa de sub base granular
2.09	1.30	2.50 cm	25 cm	0.00 cm
			m2	m3
			1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 – Resultado de espesores de capas propuesto – alternativa 03.

SN (REQUERIDO)	SN (RESULTADO)	DATOS DE CALCULO		
		a1	a2	a3
		0.00	0.052	0.047
		d1	d2	d3
		Propuesta de capa de tratamiento superficial bicapa 2.50 cm	Propuesta de capa de base granular 30 cm	Propuesta de capa de sub base granular 0.00 cm
2.09	1.56		m2	m3
			1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 – Resultado de espesores de capas propuesto – alternativa 04.

SN (REQUERIDO)	SN (RESULTADO)	DATOS DE CALCULO		
		a1	a2	a3
		0.00	0.052	0.047
		d1	d2	d3
		Propuesta de capa de tratamiento superficial bicapa 2.50 cm	Propuesta de capa de base granular 40 cm	Propuesta de capa de sub base granular 0.00 cm
2.09	2.08		m2	m3
			1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

1.- Del estudio de trafico: Con los resultados del estudio de tráfico fue posible determinar el índice medio diario anual en el tramo considerado, camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, se muestra a continuación el resumen de índice medio diario anual (IMD)

Tipo de Vehículo	IMD _s	FC	IMD _a
Auto	70	0.94	66
Station Wagon	25	0.94	24
Pick Up	58	0.94	55
Panel	8	0.94	8
Combi Rural	69	0.94	65
Micro	8	0.94	8
Bus 2E	2	1.005	3
Camión 2E	2	1.005	3
TOTAL	243		232

Como podemos ver de los resultados obtenidos del conteo semanal, se observa que en el IMD; Los vehículos predominantes son las combis rurales y las camionetas pick up.

El IMD anual es de 232 vehículos por día. El flujo de vehículos ligeros (autos, station wagon, camionetas pick up, camionetas rurales) representa el 98.7%; mientras que el flujo de vehículos pesados, camiones de 2 ejes y 3 ejes, representa el 1.3%.

El trafico actual y proyectado a 10 años es como se muestra a continuación:

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	232	232	235	235	238	240	240	242	243	245	249
Tráfico Generado	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
IMD TOTAL	259	259	262	262	265	267	267	269	270	272	276

Respecto a la variación diaria del tráfico, se ha observado que los días de mayor movimiento de tráfico son: el miércoles con 232 Vehículos en ambos sentidos. El movimiento de tráfico de autos, camionetas y combis mayormente es local.

2.- Del estudio de mecánica de suelos: En concordancia con los trabajos de campo y la inspección realizada, se tiene lo siguiente:

El estudio de mecánica de suelos, se realizaron mediante excavaciones de pozos exploratorio o calicatas de 1.5 m de profundidad en las progresivas 00+160 y 00+420, de acuerdo al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10- 2014-MTC/14, los mismos que fueron llevados al laboratorio para su ensayo respectivo (SILVER GEO S.A.C), cuyos resultados de las características de la sub rasante de toda la vía en estudio es como se detalla: grava pobremente graduada con arcilla y arena o arcilla limosa y arena – GP-GC (clasificación SUCS), según clasificación AASHTO A-1-a(0), en la progresiva 00+160 y arena pobremente graduada con arcilla y grava o arcilla limosa y grava – SP-SC (clasificación SUCS), según clasificación AASHTO (0) en la progresiva 00+420; asimismo, la vía presenta: Porcentaje de humedad de 3.73% (progresiva 00+160) y 4.25% (progresiva 00+420, porcentaje de grava de 53.94%, porcentaje de arena de 40.25% y porcentaje de finos de 5.81% (progresiva 00+160) y porcentaje de grava de 45.19%, porcentaje de arena de 48.06% y porcentaje de finos de 6.76% (progresiva 00+420), límite líquido de 26.10, límite plástico de 20.10, índice de plasticidad de 6.0 (progresiva 00+160) y límite líquido de 31.20, límite plástico de 20.70, índice de plasticidad de 10.50 (progresiva 00+160).

El Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR (California Bearing Ratio) de diseño, se ha calculado según el Método del Instituto de Asfalto,

debido a que según este cálculo al 95% de la Máxima Densidad Seca (M.D.S.) es de 6.90%, asimismo, se ha tomado el CBR más bajo, debido a que el CBR cuantifica la capacidad de resistencia de la sub rasante; que significa que garantizará un mejor diseño de estructura del pavimento flexible a nivel de tratamiento superficial bicapa.

3.- Del dimensionamiento de la estructura del pavimento flexible

bicapa: El cálculo de diseño de pavimento flexible usando el tratamiento superficial bicapa, se ha realizado de acuerdo al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14, aplicando la metodología de AASHTO 93; así como, para el cálculo del número estructural se ha usado el Software AASHTO, cuyo resultado es de: $SN = SNR = 2.09$

El cálculo de espesores se ha realizado de acuerdo al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14, utilizando la fórmula $SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$, para lo cual se ha propuesto 03 alternativas, posibles según la fórmula y considerando los lineamientos del manual señalado.

Según la determinación de los espesores de la estructura del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa en el camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, se ha propuesto los espesores siguientes:

Número Estructural = 1.04

Espesor de Sub Base Granular = 0.00 cm.

Espesor de Base Granular = 20.00 cm.

Espesor del Pavimento Flexible Tratamiento Superficial Bicapa = 2.50 cm.

Debido a que concuerda con la propuesta de los espesores señalado en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14.

Número Estructural = 1.30

Espesor de Sub Base Granular = 0.00 cm.

Espesor de Base Granular = 25.00 cm.

Espesor del Pavimento Flexible Tratamiento Superficial Bicapa = 2.50 cm.

Debido a que concuerda con la propuesta de los espesores señalado en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14.

Número Estructural = 1.56

Espesor de Sub Base Granular = 0.00 cm.

Espesor de Base Granular = 30.00 cm.

Espesor del Pavimento Flexible Tratamiento Superficial Bicapa = 2.50 cm.

Debido a que concuerda con la propuesta de los espesores señalado en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10-2014-MTC/14.

Sin embargo, las propuestas anteriores no son definitivas, pudiendo tomarse la cuarta propuesta que se aproxima más al Número Estructural Requerido (SNR = 2.09), que, según el cálculo, el Número Estructural es de 2.08, con los espesores siguientes:

Espesor de Sub Base Granular = 0.00 cm.

Espesor de Base Granular = 40.00 cm.

Espesor del Pavimento Flexible Tratamiento Superficial Bicapa = 2.50 Cm.

Quedando descartado la propuesta de la alternativa 1,2 y3, debido a que según, el cálculo realizado, el Número Estructural es de 1.04, 1.30 y 1.56, la misma que difiere demasiado del Número Estructural Requerido (SNR = 2.09).

CONCLUSIONES

- A. Los resultados obtenidos del conteo semanal, se observa que en el IMD; los vehículos predominantes son las combis rurales y las camionetas pick up. El IMD anual es de 232 vehículos por día. El flujo de vehículos ligeros (autos, station wagon, camionetas pick up, camionetas rurales) representa el 98.7%; mientras que el flujo de vehículos pesados, camiones de 2 ejes y 3 ejes, representa el 1.3%. El tráfico actual y proyectado a 10 años es como se muestra a continuación: Respecto a la variación diaria del tráfico, se ha observado que los días de mayor movimiento de tráfico son: el miércoles con 232 Vehículos en ambos sentidos. El movimiento de tráfico de autos, camionetas y combis mayormente es local.
- B. Se realizaron excavaciones de pozos exploratorio o calicatas de 1.5 m de profundidad en las progresivas 00+160 y 00+420, de acuerdo al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 10- 2014-MTC/14, los mismos que fueron llevados al laboratorio para su ensayo respectivo (SILVER GEO S.A.C), cuyos resultados de las características de la sub rasante de toda la vía en estudio es como se detalla: grava pobremente graduada con arcilla y arena o arcilla limosa y arena – GP-GC (clasificación SUCS), según clasificación AASHTO A-1-a(0), en la progresiva 00+160 y arena pobremente graduada con arcilla y grava o arcilla limosa y grava – SP-SC (clasificación SUCS), según clasificación AASHTO (0) en la progresiva 00+420; asimismo, la vía presenta: Porcentaje de humedad de 3.73% (progresiva 00+160) y 4.25% (progresiva 00+420, porcentaje de grava de 53.94%, porcentaje de arena de 40.25% y porcentaje de finos de 5.81% (progresiva 00+160) y porcentaje de grava de 45.19%, porcentaje de arena de 48.06% y porcentaje de finos de 6.76% (progresiva 00+420), límite líquido de 26.10, límite plástico de 20.10, índice de plasticidad de 6.0 (progresiva 00+160) y límite líquido de 31.20, límite plástico de 20.70, índice de plasticidad de 10.50 (progresiva 00+420). El Ensayo de Relación de Soporte de California - CBR (California Bearing Ratio) de diseño, se ha calculado según el Método del Instituto de Asfalto, debido a que según este

cálculo al 95% de la Máxima Densidad Seca (M.D.S.) es de 6.90%, asimismo, se ha tomado el CBR más bajo, debido a que el CBR cuantifica la capacidad de resistencia de la sub rasante; que significa que garantizará un mejor diseño de estructura del pavimento flexible a nivel de tratamiento superficial bicapa.

- C. Según la determinación de los espesores de la estructura del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa en el camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, se ha propuesto los espesores siguientes:

Número Estructural = 1.04

Espesor de Sub Base Granular = 0.00 cm.

Espesor de Base Granular = 20.00 cm.

Espesor del Pavimento Flexible Tratamiento Superficial Bicapa = 2.50 cm.

Número Estructural = 1.30

Espesor de Sub Base Granular = 0.00 cm.

Espesor de Base Granular = 25.00 cm.

Espesor del Pavimento Flexible Tratamiento Superficial Bicapa = 2.50 cm.

Número Estructural = 1.56

Espesor de Sub Base Granular = 0.00 cm.

Espesor de Base Granular = 30.00 cm.

Espesor del Pavimento Flexible Tratamiento Superficial Bicapa = 2.50 cm.

Sin embargo, las propuestas anteriores no son definitivas, pudiendo tomarse la cuarta propuesta que se aproxima más al Número Estructural Requerido (SNR = 2.09), que, según el cálculo, el Número Estructural es de 2.08, con los espesores siguientes:

Espesor de Sub Base Granular = 0.00 cm.

Espesor de Base Granular = 40.00 cm.

Espesor del Pavimento Flexible Tratamiento Superficial Bicapa = 2.50 Cm.

Quedando descartado la propuesta de la alternativa 1,2 y3, debido a que según, el cálculo realizado, el Número Estructural es de 1.04, 1.30 y 1.56, la misma que difiere demasiado del Número Estructural Requerido (SNR = 2.09).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el análisis de demanda de tráfico y el pronóstico de carga de tráfico se calculen en base al IMDA (promedio anual indicativo) de cada clase de vehículos pesados, la carga útil para cada tipo de eje (simple, triciclo), la tasa de crecimiento anual y el tráfico generado según a la Investigación del Tráfico.
2. En referencia a los métodos de diseño, a los materiales a utilizar y a los componentes de la estructura del pavimento flexible, se recomienda llevar a cabo estudios directos como el contenido de humedad, la granulometría, el proctor y CBR, y así poder determinar el comportamiento y las características del terreno donde se fundará el pavimento flexible con tratamiento bicapa.
3. La calidad y el espesor de las capas de pavimento están estrechamente relacionados con el material de las capas subyacentes y las características del tráfico. Con estos dos parámetros se debe estructurar el pavimento, utilizando materiales disponibles en canteras cercanas seleccionadas. Por lo tanto, le recomendamos que aprecie adecuadamente la importancia de estos dos factores y determine los puestos profesionales más disponibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). AASHTO guide for design of pavement structures. Washington, D.C.:American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Aguilar, A. (2005). Mejoramiento de la carretera Vinzos - Chuquicara a nivel de tratamiento superficial Bicapa. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- AMIVTAC. (2012). Pavimentos Rígidos y Flexibles, Ventajas y Desventajas. México: Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres.
- Arias, F. (2012). El Proyecto de investigación: Guía para su elaboración. Caracas: Episteme.
- Atarama, E. (2015). Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo PROES. Piura: Universidad de Piura.
- Austroroads. (2006). Update of the Austroroads Sprayed Seal Design Method. Sydney: Austroroads Technical Report.
- Badilla, G. (2009). Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI). *Infraestructura Vial*, 30.
- CAF. (2010). Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito. Colombia: Corporación Andina de Fomento.
- Campagnoli, S. (2017). Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales. *Revista de Ingeniería de la Universidad de Los Andes*, 22-31.
- Caparachin, L. (2018). Aplicación de la bicapa para reducir el ciclo de mantenimiento en la vía de Huancabamba, Pozuzo de la Región Pasco, 2018. Lima: Universidad César Vallejo.
- Caro, F., & Peña, G. (2012). Análisis y criterios para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en vías urbanas colombianas que orienten la elaboración de una especificación técnica. *Intekhnia*, 57-72.
- Civil 21. (28 de enero de 2019). Diseño bicapa. Obtenido de Civil 21 Web site: <http://www.civil21.com/2013/07/disenio-bicapa.html>

- Cóndor, J. (2016). Tratamiento superficial bicapa con emulsión asfáltica de la carretera Valle Yacus provincia de Jauja, región Junín 2015. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.
- Contraloría General de la República. (2015). Auditoría de Desempeño al servicio de mantenimiento de caminos vecinales. Lima: Departamento de Auditoría de Desempeño.
- Coyago, G. (2015). Evaluación de un tratamiento superficial bituminoso con emulsión asfáltica como alternativa de mantenimiento en vías arteriales del Ecuador. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Cuchillo, O. (28 de enero de 2019). Guía para el tratamiento superficial de carreteras. Obtenido de Civilgeeks Web site: <https://civilgeeks.com/2015/06/29/guiatratamiento-superficial-carreteras/>
- Decreto Supremo N° 017-2007-MTC. (2007). Reglamento de Jerarquización. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- DUNCOR. (28 de enero de 2016). Double Surface Treatment. Obtenido de DUNCOR Web site: <http://duncor.ca/surface-treatments/road-surface-treatment/>
- Ezague, A. (28 de enero de 2019). Tratamientos superficiales. Obtenido de Ezague Web site: http://ezague.com/tratamientos_superficiales.html
- Guadarrama, P. (2008). Fundamentos filosóficos y epistemológicos de la investigación. Santiago de Chile: Archivo Chile.
- Hernández, J., Rosales, K., & Trigueros, W. (2016). Metodología para el diseño y construcción de tratamientos superficiales dobles para caminos de bajo volumen de tránsito mediante los métodos de la dimensión mínima promedio y TEXAS
- DOT en El Salvador. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación (6ta ed.). México: McGrawHill.
- Herra, L. (2017). Tratamientos superficiales como alternativa en rutas de lastre. Programa de Infraestructura del Transporte, 1-22.

- Macharé, P. (2019). Diseño de pavimentos con alternativas de mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa en la vía de evitamiento de la ciudad de Jaén. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- MEF. (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas.
- MTC. (2013). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC. (2013). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: Ministerio de transportes y comunicaciones.
- Pando, R. (2017). Mantenimiento y mejoramiento con tratamiento superficial bicapa en vías departamentales JU109 – tramo Acopalca – abra Acopalca – Huancayo – Junín – 2017. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.
- Poveda, M., Bernal, F., & Marín, A. (2014). Diseño de un pavimento para la estructura vial, de la vía conocida como “El kilómetro 19”, desde el k2+000 al k2+500, que comunica a los municipios de Chipaque - Une, en el departamento de Cundinamarca. Universidad Católica de Colombia: Bogotá.
- R. D. N° 03-2018-MTC/14. (2018). Manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- R.D. N° 10-2014-MTC/14. (2014). Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- R.D. N° 17-2015-MTC/14. (2015). Resumen ejecutivo inventario básico red vial departamental. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Rivera, C. (2017). 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. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Rivera, J. (5 de diciembre de 2015). La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país. Obtenido de Universidad de Piura

Web site: <http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>

- SATCC. (2003). Guideline Low - Volume sealed roads. South Africa: Southern Africa Transport and Communications Commission.
- Sayers, M., & Karamihis, S. (1986). Interpretation of Road Roughness Profile Data Federal Highway Administration Report FHWARD/RD-96/101. Word Bank Technical Paper, 177.
- Sotil, A. (2014). Propuesta de sistema de gestión de pavimentos para municipalidades y gobiernos locales. Revista Infraestructura Vial, 13-24.
- Ticona, W. (2017). Tratamiento Superficiales de Pavimentos. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui.
- Torres, B. (2017). Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo Uchubamba – Yamán, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento La Libertad. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- Ulloa, A. (2011). Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. Métodos y Materiales, 39-50.

ANEXOS

ANEXO 01 – Matriz de Consistencia.

ANEXO 02 – Estudio de Mecánica de Suelos.

ANEXO 03 – Estudio de Trafico.

ANEXO 04 – Planos.

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Cómo realizar el diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>a) ¿Cuál es el análisis de la demanda del tránsito vehicular del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?</p> <p>b) ¿Cómo realizar el estudio de mecánica de suelos para diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?</p> <p>c) ¿Cómo determinar los espesores del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio?</p>	<p>Objetivo general Realizar el diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a) Analizar la demanda del tránsito vehicular del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.</p> <p>b) Realizar el estudio de mecánica de suelos para diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.</p> <p>c) Determinar los espesores de la estructura del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.</p>	<p>Justificación metodológica En esta investigación se utilizará el diseño AASHTO 93 como una metodología para el planteamiento técnico en el diseño de pavimentos flexibles, método que puede ser utilizado en estudios similares y en escenarios distintos.</p> <p>Justificación social La investigación a realizar tendrá un aporte social ya que brindará una alternativa más apropiada, para hacer frente al problema de las pésimas condiciones de transitabilidad y plantear el diseño de pavimento flexible usando el tratamiento superficial bicapa, mediante la metodología de diseño AASHTO 93, viéndose favorecidos los pobladores de la vía intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, distrito de Palca, provincia y departamento de Huancavelica. Del mismo</p>	<p>Hipótesis General El diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa mediante el método AASHTO 93 (R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014), mejora la transitabilidad del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.</p> <p>Hipótesis específicos</p> <p>a) El análisis de la demanda del tránsito vehicular del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio, determinará los cálculos del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa mediante el método AASHTO 93.</p> <p>b) El estudio de mecánica de suelos, garantizará realizar un buen diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, para el mejoramiento de la transitabilidad del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.</p>	<p>Variable Independiente Tratamiento superficial bicapa.</p> <p>Variable dependiente: Diseño de pavimento flexible.</p>	<p>Tipo de estudio El tipo de investigación por la naturaleza del estudio aplicada</p> <p>Nivel de investigación El estudio por el nivel de profundidad fue descriptivo - explicativo</p> <p>Diseño metodológico No Experimental</p>

		<p>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.</p> <p>Justificación teórica</p> <p>Esta investigación se realizará con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, cuyos resultados fueron serán utilizados como una propuesta, debido a la importancia y aporte como alternativa para el mejoramiento de vías de bajo tránsito vehicular; con la presente tesis se demostrará, que la estructura de pavimento flexible presenta diferencias debido al tipo de suelos y volumen de tránsito vehicular. Se verá la oportunidad de buscar alternativas complementarias al diseño AASHTO 93 para pavimentos flexibles lo que permitirá una mejor aproximación a las</p>	<p>c) Los espesores de la estructura del diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, garantizará la duración del pavimento flexible del camino vecinal intersección de vía a Huancavelica – Occoropuquio.</p>		
--	--	---	---	--	--

		<p>condiciones reales a las que está sujeta el pavimento en las regiones de nuestro país y se podrá conseguir un diseño más fiable que puede soportar la carga de tráfico que actúa sobre la estructura. El desarrollo de esta tesis estará teóricamente justificado gracias a la disponibilidad de la información tanto teórica como conceptual. Así, para la variable diseño de pavimento flexible usando tratamiento superficial bicapa, se contemplará, entre otros, el aporte de la R.D. N°05-2013-MTC/14 (2014).</p>			
--	--	--	--	--	--

Anexo 02: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



Ing. Angel Fernández Quiroz N° 2002 Int. 104 Urb. Elito Lima
 Paje. N° 127-157 Chica. Huancayo
 Telef. 064046008 / 25520014
 Correo: silvergeo@gmail.com

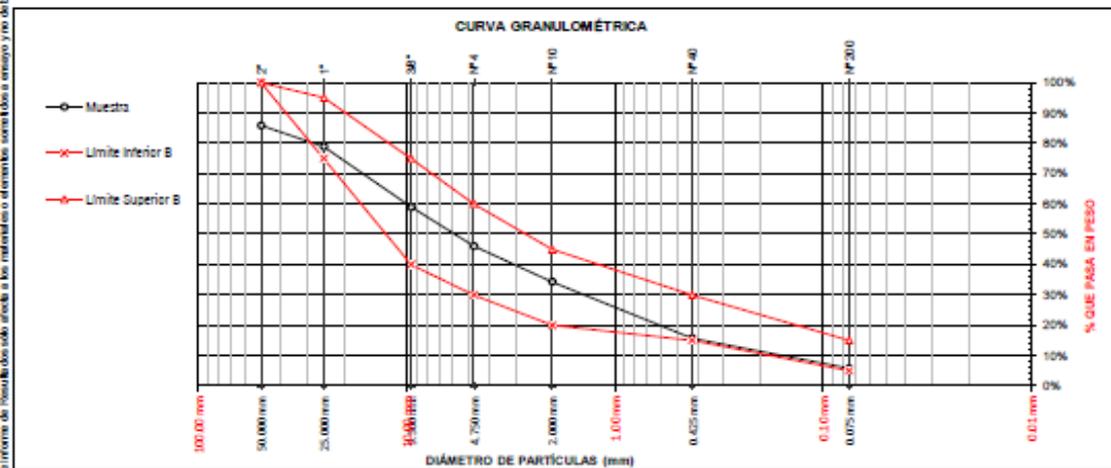
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-21	13-05-21	C-01	SG. N°065/2021

SOLICITANTE:	PROYECTO:
CONSULTOR ING. CHAVEZ CUNYAS RUDY SILVIO	*CREACION CAMINO VECINAL INTERSECCION CARRETERA HUANCAVELICA-OCCOPUQUIO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCCOROPUQUIO DEL DISTRITO DE PALCA-PROVINCIA DE HUANCAVELICA-DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA*
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN : COMUNIDAD CAMPESINA OCCOROPUQUIO DISTRITO : PALCA PROVINCIA : HUANCAVELICA DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	
Modalidad : Muestreo por el Cliente Método de Muestreo : Excavación Manual Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios	Profundidad : Trinchera Napa tectónica : N.P. Lugar de Muestreo : Tramo I - Progresiva km. 0+160
	Altitud (Cota) : 8,596,506.77 m.s.n.m. Coordenadas UTM : E.3962 N.498876.6

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18					Límites Granulométricos para subrasante			
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa	Porcentaje que pasa			
2"	50.00 mm	335.00 g	14.1%	85.9%	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
1"	25.00 mm	165.00 g	21.1%	78.9%	100	100	100	100
3/8"	9.50 mm	474.00 g	41.0%	59.0%	---	75-95	---	---
N° 4	4.75 mm	307.00 g	53.9%	46.1%	30-65	40-75	50-85	60-100
N° 10	2.00 mm	279.00 g	65.7%	34.3%	25-55	30-60	35-65	50-85
N° 40	0.43 mm	443.00 g	84.3%	15.7%	15-40	20-45	25-50	40-70
N° 200	0.08 mm	234.00 g	94.2%	5.8%	8-20	15-30	15-30	25-45
PASA		138.00 g	100.0%	0.0%	2-8	5-15	5-15	8-15
		2375.00 g	100.0%	100%				

Resultados de la Granulometría		Clasificación de Suelos	
Grava [N° 4 - φ = 3"]	53.94%	SUCS (ASTM D2487-17) - GP-GC	AASHTO (ASTM D3282-15) - A-1-a (0)
Arena [N° 200 < φ < N° 4]	40.25%	Grava pobremente graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)	
Finos [φ < N° 200]	5.81%		



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Computación Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 Especialista en Suelos

RUC: 20501685524
 [Fág. 16]



Jr. Angel Fernández Ochoa N° 2020 Int. 104 Urb. Elba Lima
 Págs. Núms N° 127-132 Chica, Huanuco
 Telef. 364046220 / 36220224
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-21	13-05-21	C-01	SG. N°065/2021

SOLICITANTE:	PROYECTO:
CONSULTOR ING. CHAVEZ CUNYAS RUDY SILVIO	"CREACION CAMINO VECINAL INTERSECCION CARRETERA HUANCVELICA-OCCOPUQUIO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCCOROPUQUIO DEL DISTRITO DE PALCA-PROVINCIA DE HUANCVELICA-DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA"

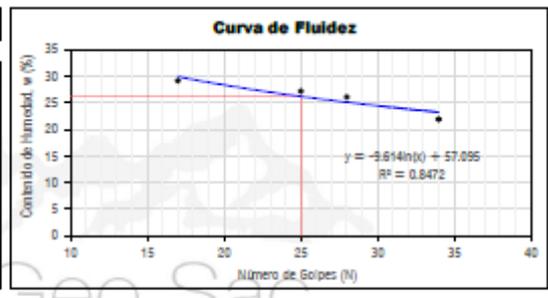
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN : COMUNIDAD CAMPESINA OCCOROPUQUIO DISTRITO : PALCA PROVINCIA : HUANCVELICA DEPARTAMENTO : HUANCVELICA	LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17* CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Modalidad : Muestreo por el Cliente Profundidad : Trinchera Altitud (Cota) : 8,596,506.77 m.s.n.m. Método de Muestreo : Excavación Manual Napa tectica : N.P. Coordenadas UTM : E.3952 N.498876.6 Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios Lugar de Muestreo : Tramo I - Progresiva km. 0+160

Limites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	17	25	28	34
Recipiente N°	---	---	N° 17	N° 04	N° 05	N° 06
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cu1}	(g)	45.50	63.80	42.80	51.50
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cu2}	(g)	40.20	58.80	38.50	46.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	18.20	36.80	16.50	24.20
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	5.30	10.00	4.30	5.30
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	29.12	27.17	26.06	21.50



Límite Plástico (Método Manual)

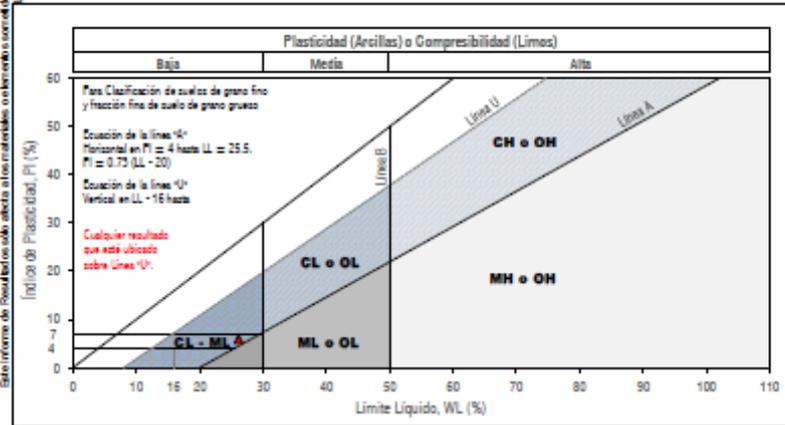
Variable	Nro					
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 07	N° 08	N° 09	N° 10
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	22.00	22.00	22.00	22.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cu1}	(g)	38.60	41.60	43.00	42.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cu2}	(g)	35.80	38.70	39.50	38.30
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	13.80	16.70	17.50	16.30
(E) Masa of Water (B-C)	M _w	(g)	2.80	2.90	3.50	3.70
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	20.29	17.37	20.00	22.70

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17*)

Liquid Limit (LL, w _L) : 26.1%	Plastic Limit (PL, w _p) : 20.1%	Plasticity Index (PI) : 6.0%
--	---	------------------------------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : GP-GC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-1-a (0)
Grava pobremente graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)	



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuaón de la línea 'A' **Sobre A**

Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

OBSERVACIONES:

Realizado:	Bach. Denis L.R.
Revisado:	Ing. Johnny R. D.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría, Técnicas
 Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 C.I.P. N° 234352
 Especialista en Suelos
 RUC: 20601685524 [Pág. 17]



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2000 Int. 104 Urb. Elito Lima
 Pje. Naran N° 101-102 Chica, Huancayo
 Telef. 064040500 / 052220214
 Correo: silvergeo@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-21	13-05-21	C-02	SG. N°065/2021

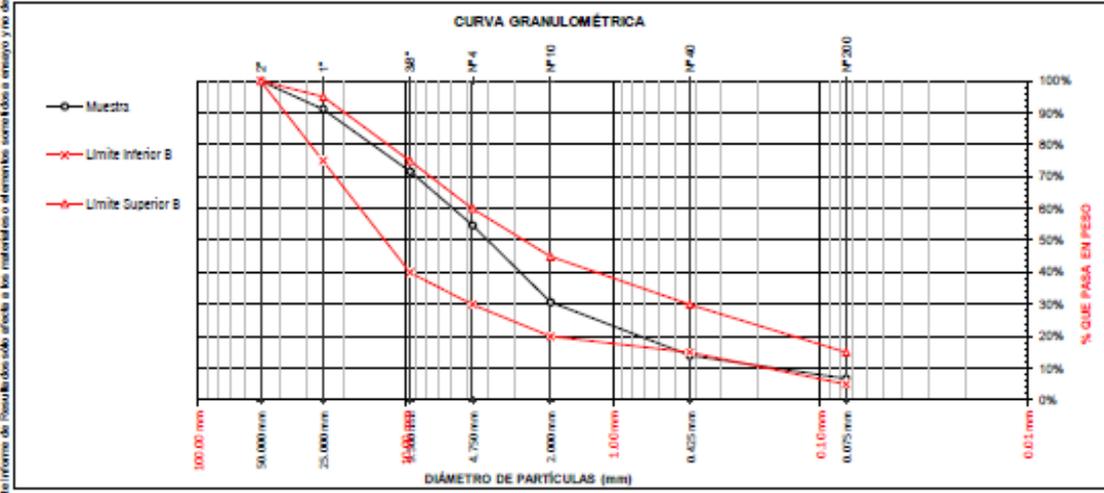
SOLICITANTE:	PROYECTO:
CONSULTOR ING. CHAVEZ CUNYAS RUDY SILVIO	*CREACION CAMINO VECINAL INTERSECCION CARRETERA HUANCAVELICA-OCCOPUQUIO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCCOROPUQUIO DEL DISTRITO DE PALCA-PROVINCIA DE HUANCAVELICA-DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA*

UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN : COMUNIDAD CAMPESINA OCCOROPUQUIO DISTRITO : PALCA PROVINCIA : HUANCAVELICA DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C136/C136M-18 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	Modalidad : Muestreo por el Cliente	Profundidad : Trincheras	Altitud (Cota) : 8,596,522.04 m.s.n.m.
	Método de Muestreo : Excavación Manual	Napa freática : N.P.	Coordenadas UTM : E.3970 N.499087.9
	Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios	Lugar de Muestreo : Tramo I - Progresiva km. 0+420	

Análisis Granulométrico ASTM C136/C136M-18					Límites Granulométricos para subrasante			
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa	Porcentaje que pasa			
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
1"	25.00 mm	139.00 g	8.9%	91.1%	100	100	---	---
3/8"	9.50 mm	306.00 g	28.4%	71.6%	---	75-95	100	100
N° 4	4.75 mm	264.00 g	45.2%	54.8%	30-55	40-75	50-85	60-100
N° 10	2.00 mm	378.00 g	69.3%	30.7%	25-55	30-60	35-65	50-85
N° 40	0.43 mm	262.00 g	86.0%	14.0%	15-40	20-45	25-50	40-70
N° 200	0.08 mm	114.00 g	99.2%	6.8%	8-20	15-30	15-30	25-45
PAGA		106.00 g	100.0%	0.0%	2-8	5-15	5-15	8-15
		1569.00 g	100.0%	100%				

Resultados de la Granulometría		Clasificación de Suelos	
Grava	[N° 4 < φ < 3"]	45.19%	SUCS (ASTM D2487-17) : SP-SC
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	48.06%	AASHTO (ASTM D3282-15) : (U)
Finos	[φ < N° 200]	6.76%	Arena pobremente graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Consultoría Técnica

Ing. Johny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352
 Especialista en Suelos

RUC: 20501685524
 [Pág. 19]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-21	13-05-21	C-02	SG. N°065/2021

SOLICITANTE:	PROYECTO:
CONSULTOR ING. CHAVEZ CUNYAS RUDY SILVIO	"CREACION CAMINO VECINAL INTERSECCION CARRETERA HUANCAVELICA-OCCOPUQUIO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCCOROPUQUIO DEL DISTRITO DE PALCA-PROVINCIA DE HUANCAVELICA-DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA"

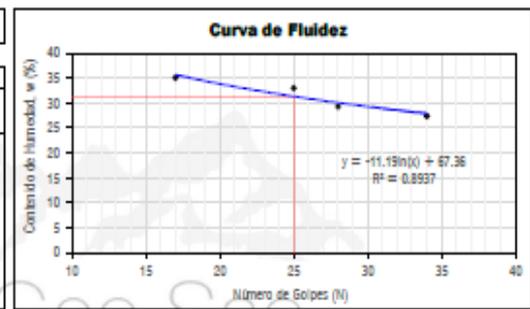
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN : COMUNIDAD CAMPESINA OCCOROPUQUIO DISTRITO : PALCA PROVINCIA : HUANCAVELICA DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA	LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17* CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	Modalidad : Muestreo por el Cliente Método de Muestreo : Excavación Manual Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios	Profundidad : Trinchera Napa freática : N.P. Lugar de Muestreo : Tramo I - Progresiva km. 0+420	Altitud (Cota) : 8,596,522.04 m.s.n.m. Coordenadas UTM : E.3970 N.499087.9
--------------------------------------	---	---	---

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17⁽¹⁾)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	17	25	28	34
Recipiente NP	---	---	N° 17	N° 12	N° 13	N° 14
(A) Masa de Contenedor Vacio	M _c	(g)	21.03	21.48	22.07	21.71
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cuH}	(g)	43.81	40.54	40.73	43.18
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cuS}	(g)	37.89	35.81	36.50	38.55
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	16.86	14.33	14.43	16.84
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	5.92	4.73	4.23	4.63
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	35.11	33.01	29.31	27.49

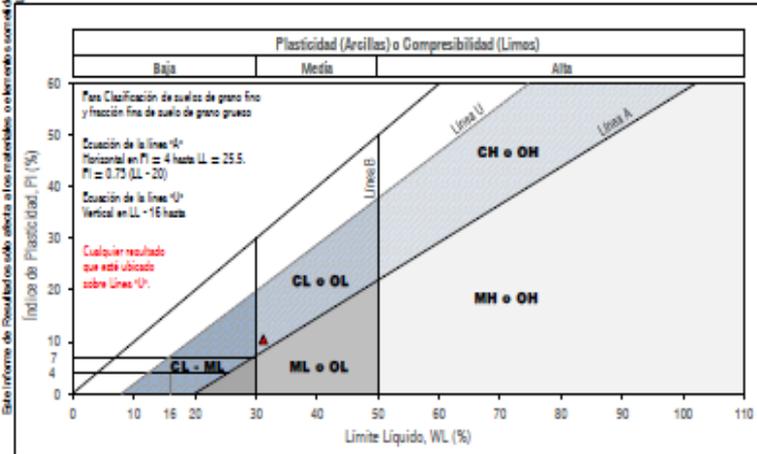


Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente NP	---	---	N° 15	N° 16	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacio	M _c	(g)	27.00	27.00	27.00	27.00
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cuH}	(g)	32.81	31.70	33.00	32.10
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cuS}	(g)	31.80	30.90	32.00	31.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	4.80	3.90	5.00	4.20
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.01	0.80	1.00	0.90
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	21.04	20.51	20.00	21.43

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17⁽¹⁾)

Liquid Limit (LL _{w_L}) : 31.2%	Plastic Limit (PL _{w_p}) : 20.7%	Plasticity Index (PI) : 10.5%
---	--	-------------------------------



- LEYENDA**
- Suelo sin cohesión
 - Arcillas inorgánicas de baja plasticidad
 - Limos inorgánicos de baja compresibilidad
 - Arcillas inorgánicas de media plasticidad
 - Limos inorgánicos de compresibilidad media y limos orgánicos
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Limos inorgánicos de alta compresibilidad y arcillas orgánicas
- Ecuación de la línea "A" **Sobre A**

Carta de Plasticidad elaborado según: (Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition)

Realizado: Bach. Denis L.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
Ingeniería de Suelos y Geotecnia
Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.P. N° 204352
Especialista en Suelos

RUC: 20601685524
[Pág. 20]

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-21	13-05-21	C-02	SG. N°065/2021

SOLICITANTE: CONSULTOR ING. CHAVEZ CUNYAS RUDY SILVIO

PROYECTO: "CREACION CAMINO VECINAL INTERSECCION CARRETERA HUANCAVELICA-OCCOPUQUIO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCCOROPUQUIO DEL DISTRITO DE PALCA-PROVINCIA DE HUANCAVELICA-DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : COMUNIDAD CAMPESINA OCCOROPUQUIO
DISTRITO : PALCA
PROVINCIA : HUANCAVELICA
DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA

ENSAYOS REALIZADOS:
PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-10

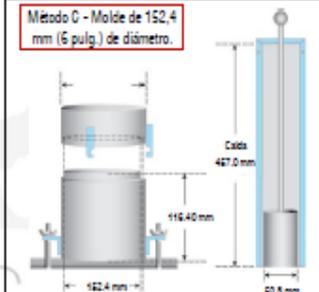
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: Trinchera Altitud (Cota): 8,596,622.04 m.s.n.m.
Identificación muestra: Tramo I - Progresiva km. D+420 Símbolo del Suelo: SP-GC Coordenadas UTM: E.3970 N.499087.9
Procedimiento Utilizado: C - Mala 3/8" > 20% y Mala 3/4" < 30% Clasificación del Suelo: Arena pobremente graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)

Compacción de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

Método C - Molde de 152.4 mm (6 pulg.) de diámetro.

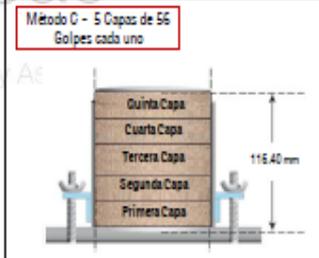
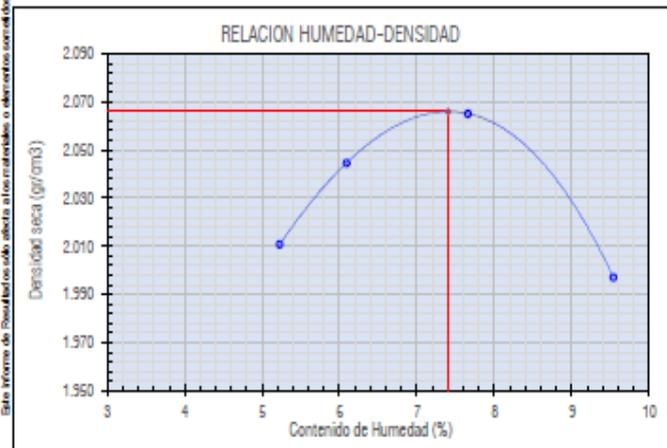
Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M_{total}	(g)	11013.00	11125.00	11039.00	11164.00
(B) Peso del Molde	M_{molde}	(g)	6559.00	6559.00	6559.00	6559.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado (A - B)		(g)	4454.00	4566.00	4480.00	4605.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92
(E) Peso Volumétrico Húmedo (C / D)		gr/cm ³	2.116	2.169	2.223	2.188



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Método C - 5 Capas de 56 Golpes cada una

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente NP	---	---	N° 40	N° 41	N° 42	N° 43
(A) Masa de Contenedor Vacío	M_c	(g)	39.61	34.32	54.12	87.96
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M_{total}	(g)	198.65	194.23	202.13	185.36
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M_{seco}	(g)	190.75	185.05	191.60	176.88
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M_s	(g)	151.14	150.73	137.48	88.92
(E) Mass of Water (B-C)	M_w	(g)	7.90	9.18	10.53	8.48
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	5.23	6.09	7.66	9.54
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	2.011	2.045	2.065	1.997

Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 2.07
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.41

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
Ingeniería de Suelos y Geotecnia
Consultoría Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 204392
Especialista en Suelos

RUC: 20601685524
[Pág. 21]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2020 Int. 104 Urb. El Bosque Lima
 Paja Norte N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 50404688 / 95222224
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

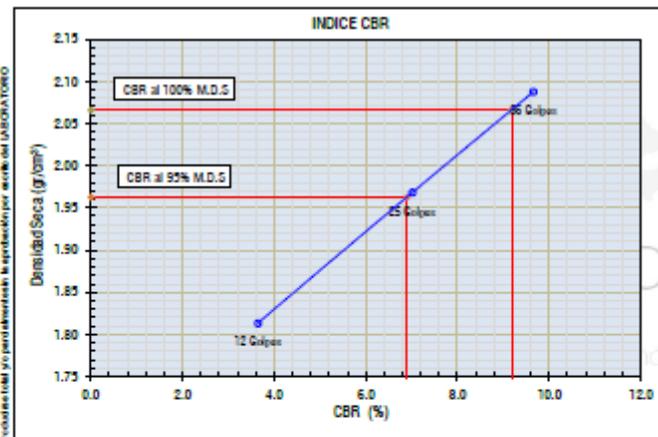
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
10-05-21	13-05-21	C-02	SG. N°065/2021

SOLICITANTE: CONSULTOR ING. CHAVEZ CUNYAS RUDY SILVIO PROYECTO: "CREACION CAMINO VECINAL INTERSECCION CARRETERA HUANCAVELICA-OCCOPUQUIO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCCOROPUQUIO DEL DISTRITO DE PALCA-PROVINCIA DE HUANCAVELICA-DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : COMUNIDAD CAMPESINA OCCOROPUQUIO DISTRITO : PALCA PROVINCIA : HUANCAVELICA DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-07e2

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por el Cliente Profundidad: Trinchera Altitud (Cota) : 8,596,622.04 m.s.n.m. Identificación muestra: Tramo I - Progresiva km. 0+420 Símbolo del Suelo: Arena pobremente graduada Coordenadas UTM : E.3970 N.499087.9 Procedimiento Utilizado: Remoldeado, material < Tamiz N° 4 Clasificación del Suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-07e2

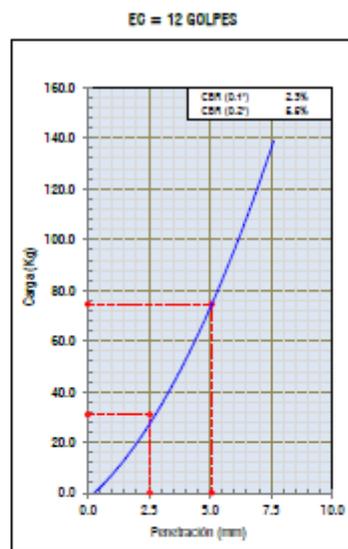
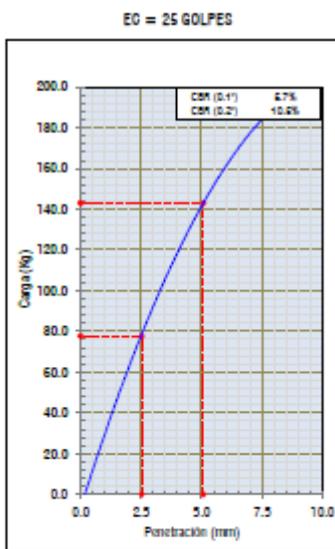
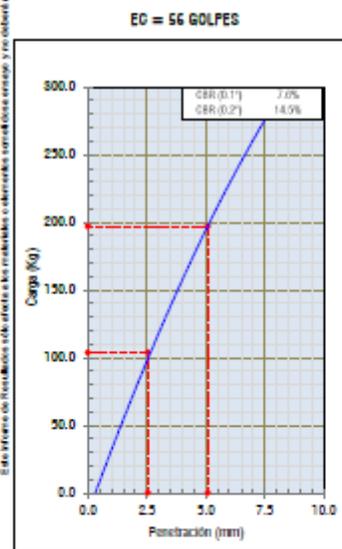


Resultados Ensayos Compactación

Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método C
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 2.066
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 7.405
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.963

Resultados Ensayos CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 9.18%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 6.90%



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Geotécnica y Geotecnia
 Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204362
 Especialista en Suelos

RUC: 20601685524
 [Pág. 22]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/D6D

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
13-05-21	10-05-21	C-02	SG. N°065/2021

SOLICITANTE: CONSULTOR ING. CHAVEZ CUNYAS RUDY SILVIO

PROYECTO: "CREACION CAMINO VECINAL INTERSECCION CARRETERA HUANCAVELICA-OCCOROPUQUIO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCCOROPUQUIO DEL DISTRITO DE PALCA-PROVINCIA DE HUANCAVELICA-DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : COMUNIDAD CAMPESINA OCCOROPUQUIO
DISTRITO : PALCA
PROVINCIA : HUANCAVELICA
DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA

ENSAYOS REALIZADOS:
DEGRADACIÓN EN AGREGADO GRUESO DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN MAQUINA DE LOS ÁNGELES SEGÚN NORMA ASTM C131-C131M-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el Cliente
Profundidad : Trinchera
Altitud (Cota) : 8,596,622.04 m.s.n.m.
Método de Muestreo : Excavación Manual
Napa Plástica : N.P.
Coordenadas UTM : E.3970 N.499087.9
Perfil del Suelo Tipo : S2. Suelos Intermedios
Lugar de Muestreo : Tramo I - Progresiva km. D+420

Degradación en Agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles según norma ASTM C131-C131M-14

Resultados		
Muestra	Variable	Resultados
Procedencia		
Tipo de Muestra		
Gradación Usada	A	
Nro de esferas	12	
Nro de revoluciones	500	
Peso muestra inicial	C	5000 g
Peso muestra final	Y	2610 g
Pérdida		2390 g
Porcentaje de Desgaste		47.8%

Tabla N° 1 - Carga de Esferas		
Gradación	Número de Esferas	Masa de la Carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Porcentaje de pérdida = $\frac{(C - Y)}{C} \times 100$

Donde:

C = es la masa original de la muestra en gramos

Y = es la masa final de la muestra en gramos

Tabla N° 2 - Gradación de las muestras de ensayo							
Tamiz mm (apertura cuadrada)				Masa de tamaño indicada, g			
Que Pasa		Retenido Sobre		Gradación			
				A	B	C	D
37.50 mm	[1 1/2 pulg]	25.00 mm	[1 pulg]	1250 ± 25	-----	-----	-----
25.00 mm	[1 pulg]	19.00 mm	[3/4 pulg]	1250 ± 25	-----	-----	-----
19.00 mm	[3/4 pulg]	12.50 mm	[1/2 pulg]	1250 ± 10	2500 ± 10	-----	-----
12.50 mm	[1/2 pulg]	9.50 mm	[3/8 pulg]	1250 ± 10	2500 ± 10	-----	-----
9.50 mm	[3/8 pulg]	6.30 mm	[1/4 pulg]	-----	-----	2500 ± 10	-----
6.30 mm	[1/4 pulg]	4.75 mm	[N° 4]	-----	-----	2500 ± 10	-----
4.75 mm	[N° 4]	2.36 mm	[N° 8]	-----	-----	-----	5000 ± 10
Total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Especificación : Para Gradación A, en seco, 500 revoluciones, 15 minutos:

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

 **SILVER GEO SAC.**
Ingeniería de Suelos y Geotecnia
Consultoría, Técnica

Ing. Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 234362
Especialista en Suelos

RUC: 20601685524
(Pág. 23)

ANEXO 03 – Estudio de Trafico.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

HORA	MOTO TAXI		AUTO		STATION WAGON			CAMIONETAS			MICRO		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL					
	↓	↑	↓	↑	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓		↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL
00 - 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 - 02	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
02 - 03	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03 - 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04 - 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05 - 06	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
06 - 07	0	0	0	0	3	0	3	6	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
07 - 08	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
08 - 09	0	0	0	0	2	0	2	4	1	0	1	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
09 - 10	0	0	0	0	2	0	2	4	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
10 - 11	0	0	0	0	3	0	3	6	3	0	3	2	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
11 - 12	0	0	0	0	3	0	3	6	1	0	1	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
12 - 13	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
13 - 14	0	0	0	0	2	0	2	4	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
14 - 15	0	0	0	0	2	0	2	4	1	0	1	1	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
15 - 16	0	0	0	0	3	0	3	6	1	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
16 - 17	0	0	0	0	3	0	3	6	2	0	2	2	4	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
17 - 18	0	0	0	0	3	0	3	6	2	0	2	2	4	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
18 - 19	0	0	0	0	3	0	3	6	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
19 - 20	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
20 - 21	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
21 - 22	0	0	0	0	1	0	1	2	3	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
22 - 23	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
23 - 24	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
TOTAL	0	0	0	0	38	0	38	74	17	9	26	28	32	60	2	2	4	27	30	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
.:Equiv. Pick Up	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203.5

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

HORA	MOTO TAXI			AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL						
	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	>=3 E	2 E		3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3												
00 - 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 - 02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02 - 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04 - 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05 - 06	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 - 07	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07 - 08	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08 - 09	0	0	0	2	2	4	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09 - 10	0	0	0	2	2	4	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 - 11	0	0	0	2	2	4	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 - 12	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 - 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 - 14	0	0	0	2	2	4	0	0	0	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 - 15	0	0	0	2	2	4	1	1	2	5	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 - 16	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 - 17	0	0	0	2	2	4	2	2	4	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 - 18	0	0	0	3	4	7	2	2	4	1	1	2	1	1	2	3	3	6	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 - 19	0	0	0	3	3	6	1	1	2	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 - 20	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 - 21	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 - 22	0	0	0	1	2	3	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 - 23	0	0	0	2	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 - 24	0	0	0	2	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	30	30	60	8	8	16	33	33	66	2	2	4	30	30	60	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.:Equiv. Pick Up	0	0	0	0	0	0	48	0	0	13	0	0	66	4	0	60	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	
00 - 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01 - 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02 - 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03 - 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04 - 05	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05 - 06	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06 - 07	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07 - 08	0	0	0	4	3	7	1	1	2	3	3	3	4	4	8	1	1	2	0	0	0	
08 - 09	0	0	0	3	2	5	0	0	0	3	3	2	2	1	4	5	0	0	0	0	0	
09 - 10	0	0	0	2	2	0	0	0	0	3	2	5	1	1	1	2	3	0	0	0	0	
10 - 11	0	0	0	5	5	10	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	3	0	0	0	0	
11 - 12	0	0	0	6	6	12	1	1	2	4	4	3	3	2	2	4	0	0	0	0	0	
12 - 13	0	0	0	1	1	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	
13 - 14	0	0	0	1	2	3	1	1	2	2	8	10	0	0	2	2	4	1	1	2	0	
14 - 15	0	0	0	1	1	2	2	2	4	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	
15 - 16	0	0	0	4	4	8	0	0	0	2	1	3	0	0	2	2	4	0	0	0	0	
16 - 17	0	0	0	2	2	4	1	1	2	2	2	0	0	0	3	1	4	0	0	0	0	
17 - 18	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	2	4	2	2	4	4	8	2	2	4	0	
18 - 19	0	0	0	5	5	10	1	1	2	2	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
19 - 20	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	4	6	2	2	1	1	2	0	0	0	0	
20 - 21	0	0	0	2	1	3	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	
21 - 22	0	0	0	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
22 - 23	0	0	0	3	1	4	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	2	0	0	0	
23 - 24	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	0	0	0	44	44	88	11	11	22	27	27	54	6	16	22	40	46	86	5	5	10	
..Equiv. Pick Up	0	0	0	70	70	140	18	18	36	54	54	108	22	22	22	40	46	86	5	5	10	
TOTAL	0	0	0	70	70	140	18	18	36	54	54	108	22	22	22	40	46	86	5	5	10	

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS						MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL													
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi					2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3																
DIAGRA. VEH.																																							
	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL
00 - 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
01 - 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
02 - 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
03 - 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
04 - 05	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4			
05 - 06	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10			
06 - 07	0	0	0	4	4	8	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15			
07 - 08	0	0	0	2	2	4	2	2	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14			
08 - 09	0	0	0	1	1	2	0	0	0	3	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14			
09 - 10	0	0	0	3	3	6	3	3	6	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17			
10 - 11	0	0	0	1	1	2	0	0	0	5	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11			
11 - 12	0	0	0	3	3	6	2	2	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18			
12 - 13	0	0	0	4	2	6	0	0	0	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18			
13 - 14	0	0	0	2	3	5	1	1	2	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23			
14 - 15	0	0	0	2	3	5	1	2	3	5	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20			
15 - 16	0	0	0	2	4	6	2	1	3	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19			
16 - 17	0	0	0	2	1	3	2	2	4	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17			
17 - 18	0	0	0	3	4	7	2	2	4	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	3	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23			
18 - 19	0	0	0	3	3	6	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14			
19 - 20	0	0	0	2	1	3	2	2	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13				
20 - 21	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			
21 - 22	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
22 - 23	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			
23 - 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3			
TOTAL	0	0	0	42	42	84	19	19	38	40	40	80	2	2	4	26	26	52	9	9	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	276			
..Equiv. Pick Up	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	269				

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

HORA	MOTO TAXI	AUTO		STATION WAGON			CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL											
							PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3													
DIAGRA. VEH.																																				
	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL
00 - 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 - 02	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02 - 03	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03 - 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04 - 05	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
05 - 06	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1	0	0	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
06 - 07	0	0	3	3	6	0	0	3	2	5	0	0	2	2	4	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
07 - 08	0	0	1	1	2	2	2	4	1	1	1	1	6	6	12	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
08 - 09	0	0	2	2	4	3	3	2	2	4	1	1	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
09 - 10	0	0	2	2	4	2	2	2	2	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
10 - 11	0	0	3	3	6	1	1	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
11 - 12	0	0	3	3	6	1	1	2	3	2	5	0	0	2	3	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
12 - 13	0	0	1	1	0	0	3	3	6	1	1	2	1	2	3	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
13 - 14	0	0	2	2	4	1	1	2	2	2	4	0	0	8	5	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
14 - 15	0	0	2	2	4	0	0	1	1	2	0	0	6	7	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
15 - 16	0	0	3	3	6	1	1	2	1	1	1	1	2	2	4	6	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
16 - 17	0	0	3	1	4	0	0	3	3	6	0	0	2	2	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
17 - 18	0	0	3	4	7	2	2	4	2	2	4	0	0	10	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
18 - 19	0	0	2	3	5	1	1	2	3	1	4	1	1	2	0	0	2	1	3	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
19 - 20	0	0	1	2	3	2	2	4	2	3	5	0	0	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
20 - 21	0	0	1	1	2	0	0	2	4	6	1	1	2	1	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
21 - 22	0	0	1	2	3	0	0	3	2	5	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
22 - 23	0	0	2	0	2	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
23 - 24	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
TOTAL	0	0	37	37	74	14	14	28	33	33	66	6	6	12	53	53	106	8	8	16	8	8	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	318
..Equiv. Pick Up	0	0	0	0	59	0	0	22	0	0	66	0	0	12	0	0	106	0	0	32	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	329

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

HORA	MOTO TAXI	AUTO		STATION WAGON		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL										
		PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E		4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3															
DIAGRA. VEH.																																	
	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL	↓	↑	TOTAL
00 - 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
01 - 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
02 - 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
03 - 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
04 - 05	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
05 - 06	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
06 - 07	0	0	2	4	6	1	1	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
07 - 08	0	0	3	1	4	2	2	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
08 - 09	0	0	3	0	3	0	0	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
09 - 10	0	0	2	0	2	3	3	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10 - 11	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11 - 12	0	0	3	0	3	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12 - 13	0	0	0	0	2	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13 - 14	0	0	3	0	3	0	0	3	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14 - 15	0	0	2	0	2	2	2	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15 - 16	0	0	4	0	4	1	1	2	4	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16 - 17	0	0	1	0	1	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17 - 18	0	0	2	0	2	1	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
18 - 19	0	0	1	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
19 - 20	0	0	1	2	3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20 - 21	0	0	2	0	2	0	0	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
21 - 22	0	0	1	0	1	0	0	2	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
22 - 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
23 - 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL	0	0	32	10	42	13	13	26	33	16	49	3	3	6	41	30	71	7	7	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
..Equiv. Pick Up	0	0	0	0	0	34	0	0	21	0	49	0	0	6	0	71	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	ZT2	ZT3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑	↓ ↑
00 - 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 - 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02 - 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04 - 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05 - 06	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 - 07	0	0	0	6	4	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07 - 08	0	0	0	1	1	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08 - 09	0	0	0	2	3	5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09 - 10	0	0	0	2	2	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 - 11	0	0	0	3	4	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 - 12	0	0	0	1	1	2	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 - 13	0	0	0	2	2	4	2	2	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 - 14	0	0	0	3	2	5	2	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 - 15	0	0	0	2	4	6	1	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 - 16	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 - 17	0	0	0	2	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 - 18	0	0	0	4	1	5	1	2	3	1	1	2	1	1	2	2	2	4	0	0	0	0
18 - 19	0	0	0	2	1	3	1	3	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 - 20	0	0	0	1	4	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 - 21	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 - 22	0	0	0	1	2	3	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 - 23	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 - 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	34	34	68	11	11	22	28	5	33	1	1	2	24	24	48	0	0	0	0
.Equiv. Pick Up	0	0	0	54	54	108	18	18	36	44	10	54	2	2	4	48	48	96	0	0	0	0

Aplicativo para cálculo de IMD

1.GENERALIDADES

1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Resultados de los conteo de tráfico:

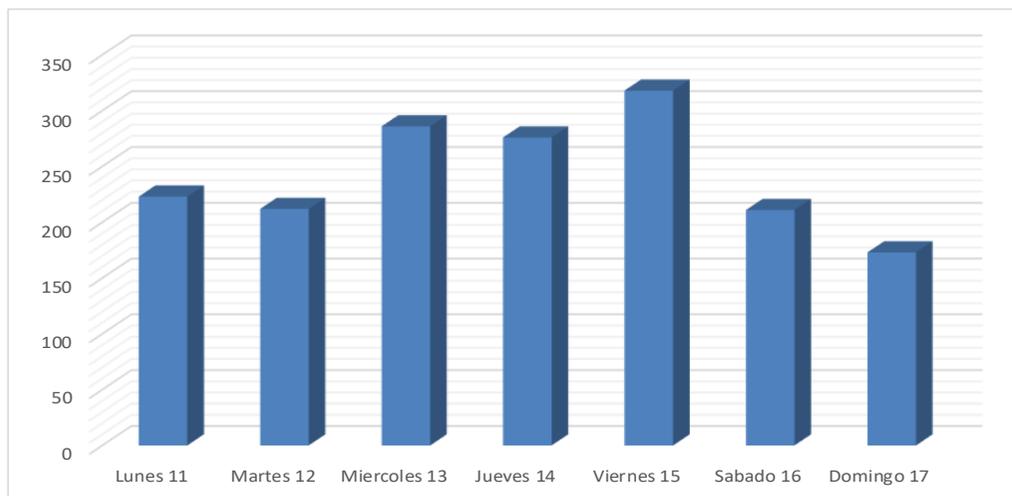
Mes: julio

Tipo de Vehículo	Lunes 11	Martes 12	Miercoles 13	Jueves 14	Viernes 15	Sabado 16	Domingo 17
Auto	74	60	88	84	74	42	68
Station Wagon	26	16	22	38	28	26	22
Pick Up	60	66	54	80	66	49	33
Panel	4	4	22	4	12	6	2
Combi Rural	57	60	86	52	106	71	48
Micro	0	0	10	18	16	14	0
Bus 2E	0	0	0	0	16	0	0
Camión 2E	2	6	4	0	0	3	0
TOTAL	223	212	286	276	318	211	173

Promedio

243

100 76 110 122 102 68 90



Nota: Conteo de 7 días de 24 horas para proyectos de inversión a nivel de perfil.

Transformados a su equivalente en camioneta Pick up
 ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación del peaje de Pedro Ruiz

F.C.E. Vehículos ligeros: 0.94042857 CORREGIDO
 F.C.E. Vehículos pesados: 1.00507487 CORREGIDO

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_A = IMD_S \times FC$$

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

Donde: IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
 IMD_A = Índice Medio Anual
 V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
 FC = Factores de Corrección Estacional

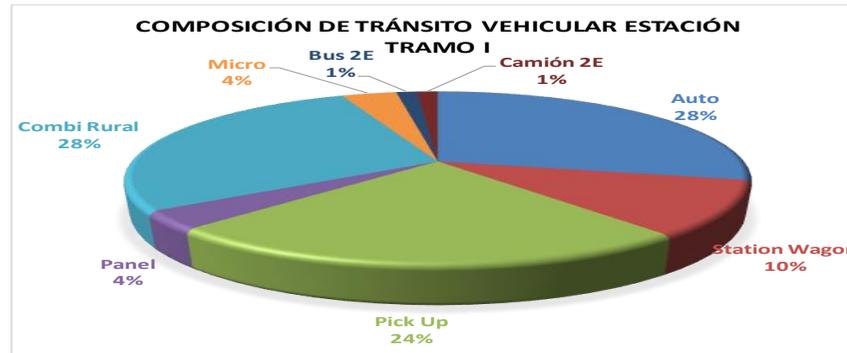
Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Auto	74	60	88	84	74	42	68	490	70	0.94	66
Station Wagon	26	16	22	38	28	26	22	178	25	0.94	24
Pick Up	60	66	54	80	66	49	33	408	58	0.94	55
Panel	4	4	22	4	12	6	2	54	8	0.94	8
Combi Rural	57	60	86	52	106	71	48	480	69	0.94	65
Micro	0	0	10	18	16	14	0	58	8	0.94	8
Bus 2E	0	0	0	0	16	0	0	16	2	1.005	3
Camión 2E	2	6	4	0	0	3	0	15	2	1.005	3
TOTAL	223	212	286	276	318	211	173	1699	243		232

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Auto	66	28.45
Station Wagon	24	10.34
Pick Up	55	23.71
Panel	8	3.45
Combi Rural	65	28.02
Micro	8	3.45
Bus 2E	3	1.29
Camión 2E	3	1.29
IMD	232	100.00



2.2 Demanda Proyectada

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

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

Tasa de Crecimiento x Región en %

$r_{vp} = 0.62$ Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros)
 $r_{vc} = 3.42$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (para vehículos de carga)

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	232	232	235	235	238	240	240	242	243	245	249
Auto	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70
Station Wagon	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25	26
Pick Up	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	59
Panel	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Combi Rural	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69
Micro	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Bus 2E	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 2E	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4

2.3 Demanda Proyectada "Con Proyecto"

Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

Tipo de Intervención	% de Tráfico Normal
Mejoramiento	10

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

63 63 64 64 64 65 65 65 66 66 68

Proyección de Tráfico - Con Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	232	232	235	235	238	240	240	242	243	245	249
Auto	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70
Station Wagon	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25	26
Pick Up	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	59
Panel	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Combi Rural	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69
Micro	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Bus 2E	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 2E	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Tráfico Generado	27										
Auto	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Station Wagon	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Pick Up	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Panel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Combi Rural	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Micro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IMD TOTAL	259	259	262	262	265	267	267	269	270	272	276

ANEXO 04 – Planos

