

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



TESIS

**CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO
SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24
PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS,
LIMA**

Línea de investigación institucional: Transporte y Urbanismo.

Línea de investigación de la escuela profesional: Transporte.

PRESENTADO POR:

Bach. MOYA ALCOCER, JOHN MAX

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2023

CONTRATAPA

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
ASESOR

DEDICATORIA

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



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

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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

CONSTANCIA N° 330

Que, el (la) bachiller: Bachilleres, **JOHN MAX, MOYA ALCOCER**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada: **“CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA”**, la misma que cuenta con **92 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **15%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 19 de Octubre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBÉN TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

D.SEVERO SIMEÓN CALDERÓN SAMANIEGO
JURADO

MG.JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES
JURADO

ING.CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

CONTRATAPA.....	II
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPITULO I.....	16
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Justificación	18
1.3.1. Práctica	18
1.3.2. Teórica	18
1.3.3. Metodológica	19
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Delimitación temporal.....	19
1.4.2. Delimitación espacial.....	20
1.4.3. Delimitación económica.....	22
1.5. Limitaciones.....	23
1.6. Objetivos.....	23
1.6.1. Objetivo general	23
1.6.2. Objetivos específicos.....	23
CAPITULO II.....	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes.....	24
2.1.1. Nacionales.....	24
2.1.2. Internacionales	29

2.2. Marco conceptual	34
2.2.1. Teorías de la Investigación.....	34
2.2.1.1 Tratamientos superficiales.....	34
2.2.1.2 Mejoramiento con tratamiento superficial	35
2.2.1.3 Clasificación de tratamiento superficiales.....	37
2.2.1.4 Funciones de los tratamientos superficiales	38
2.2.1.5 Dosificación del tratamiento superficial en pavimentos	40
2.2.1.6 Proceso constructivo de un tratamiento superficial en carreteras .	41
2.2.1.7 Equipos para la ejecución de los tratamientos superficiales	44
2.2.1.8 Forma de medición de los tratamientos superficiales.....	44
2.2.1.9 Fallas y errores de los tratamientos superficiales.....	45
2.3. Definición de términos	47
2.4. Hipótesis.....	53
2.4.1. Hipótesis general.....	53
2.4.2. Hipótesis específicos.....	53
2.5. Variables.....	54
2.5.1. Definición conceptual de la variable	54
2.5.2. Definición operacional de la variable	55
2.5.3. Operacionalización de la Variable	55
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.....	59
3.5. Población y muestra	59
3.5.1. Población.....	59
3.5.2. Muestra	60
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
3.7. Procesamiento de la información.....	60
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	61
CAPÍTULO IV.....	62
RESULTADOS.....	62

4.1. Presentación de resultados específicos	62
CAPÍTULO V.....	78
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
5.1. Discusión de resultados específicos.....	78
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Clasificación de los tratamientos superficiales.	37
Tabla 2 – Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple (TS).	40
Tabla 3 – Cantidades aproximadas de materiales para tratamientos superficiales dobles.	41
Tabla 4 – Proceso constructivo de tratamientos superficiales simples y dobles.	42
Tabla 5 – Forma de medición de tratamientos superficiales.	45
Tabla 6 – Operacionalización de las variables.	56
Tabla 7 – Resultados de conteo.	62
Tabla 8 – Variación diaria del índice medio diario anual (IMDa)	63
Tabla 9 – Resumen de la variación diaria del Índice medio diario anual (IMDa) Estación EC-1.	64
Tabla 10 – Índice Medio Diario Anual (IMD) según clasificación vehicular	65
Tabla 11 – Proyección del trafico normal.	66
Tabla 12 – Proyección del trafico normal y generado.	67
Tabla 13 – Actividades ejecutadas.	67
Tabla 14 – Muestras extraídas.	69
Tabla 15 – Clasificaciones y condiciones de humedad.	71
Tabla 16 – Valores de los CBRs de los suelos.	72
Tabla 17 – CBRs de diseño por sectores.	72
Tabla 18 – Censos de cargas de estudio de campo efectuado.	73
Tabla 19 – Sectores y CBR.	73
Tabla 20 – CBR de diseño.	74
Tabla 21 – Resumen de espesores de pavimentos.	75
Tabla 22 – Sectorización de tramos.	76
Tabla 23 – Espesores de bicapa por metodología.	76

Tabla 24 – Espesores de bicapa por metodología.....	77
Tabla 25 – Estaciones de control.....	78
Tabla 26 – Resultado de estudio de tráfico estación 1.....	79
Tabla 27 – Sectorización por CBR.....	79
Tabla 28 – CBR de diseño.....	80
Tabla 29 – Resumen de cálculo de espesor de la bicapa.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ubicación departamental de la zona de investigación.	20
Figura 2 - Ubicación provincial de la zona de investigación.....	21
Figura 3 - Ubicación distrital de la zona de investigación.	21
Figura 4 - Ubicación del Camino Vecinal: Pte. Tingo – Huantan.....	22
Figura 5 - Esquema de un tratamiento superficial simple.	37
Figura 6 - Esquema de un tratamiento superficial doble.	38
Figura 7 - Esquemática las operaciones de construcción de un	43
Figura 8 - Esquemática las operaciones de construcción de un	43
Figura 9 – Composición de tránsito vehicular Estación EC-1.	65
Figura 10 – Trabajos de identificación de puntos de exploración.....	68
Figura 11 – Trabajos de excavación de calicatas.	69
Figura 12 – Evaluación y extracción de muestras.....	70
Figura 13 – Curvas de diseño de espesores.....	74
Figura 14 – Determinación de espesor.	76

RESUMEN

La investigación se desarrolló teniendo como problema general: ¿Cómo realizar el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?, el objetivo general fue: Realizar el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima, y la hipótesis general fue: El cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima, se realiza de acuerdo a lo indicado en la R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue descriptivo - explicativo y el diseño de investigación fue no experimental. La población estuvo enfocada hacia los caminos vecinales del distrito de Huantan, provincia de Yauyos, región de Lima, se tomó como muestra de estudio para la investigación el tramo de la carretera vecinal PE-24, puente Tingo-Huantan con una longitud 09+240 km, en el distrito de Huantan, provincia de Yauyos, departamento de Lima.

La conclusión general fue: se concluye que el diseño del espesor de la bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima, se efectuó utilizando las metodologías recomendadas por la USACE y el MTC, dando como resultado y adoptándose el espesor de la bicapa de 2.54cm.

Palabras claves: Tratamiento superficial bicapa, carretera vecinal.

ABSTRACT

The present thesis plan called "calculation of thicknesses for the two-layer surface treatment of the neighborhood road PE-24 bridge Tingo-Huantan, district of Huantan, Yauyos, Lima", will have as a general problem to develop the following: How to perform the calculation of thicknesses for the two-layer surface treatment of the neighborhood highway PE-24 bridge Tingo-Huantan, district of Huantan, Yauyos, Lima?, the general objective will be to perform the calculation of thicknesses for the surface treatment two-layer of the neighborhood highway PE-24 bridge Tingo -Huantan, district of Huantan, Yauyos, Lima. Which will respond to the following general hypothesis. The calculation of thicknesses for the two-layer surface treatment of the neighborhood road PE-24 bridge Tingo-Huantan, district of Huantan, Yauyos, Lima, will be carried out according to what is indicated in the R.D. No. 10-2014-MTC/14, 2014.

The methodology to be used in the research will be the scientific method as a general method, the type of research will be applicative and the level will be descriptive - explanatory, there will be a non-experimental design.

The application of the research work has as its population the road network of the Huantan district of the province of Yauyos in the department of Lima, and as a sample it includes the section of the neighborhood highway PE-24, Tingo-Huantan bridge with a length 09+ 240 km, in the district of Huantan, province of Yauyos, department of Lima.

Keywords: Bilayer surface treatment, neighborhood road.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de toda la historia, uno de los problemas primordiales del país ha sido y es el transporte. Actualmente se realizan inversiones en rehabilitación de infraestructura vial, que prontamente se encuentran en mal estado de conservación, como resultado de una carencia de niveles óptimos de inversión en mantenimiento y rehabilitación de las redes viales; siendo más atractivas las opciones más económicas.

Para solucionar la presente problemática, existen variadas soluciones que respondan de buena manera frente a las exigencias de cantidad de flujo vehicular del sector, tipo de clima de la zona, disponibilidad de materiales, etc.

Dentro de estos tipos de soluciones económicas se encuentran los Tratamientos Superficiales, los cuales presentan un menor costo asociado a la construcción que los otros tipos de pavimento de asfalto y de hormigón, y responden con una satisfactoria calidad técnica en caminos donde las solicitudes de tránsito, son relativamente bajas a medias.

El presente trabajo da a conocer los conceptos de un Tratamiento Superficial Bicapa, sus beneficios y ventajas, dar las pautas necesarias para la realización de una rehabilitación de la carretera utilizando este tipo de tratamiento, a la vez dar a conocer los parámetros que se deben tener en cuenta para el control de los materiales usados para una rehabilitación de carretera.

El contenido de la presente investigación se divide en cinco (5) capítulos. En el Capítulo I: se plantea el problema, los objetivos, la justificación e importancia, las delimitaciones y limitaciones. En el Capítulo II: Marco teórico, describimos puntualmente en que consiste el tratamiento superficial bicapa, así como los antecedentes existentes no solamente nacional sino internacional, la definición de términos, el planteamiento de las hipótesis y la identificación de variables de la investigación. En el Capítulo III: Planteamiento metodológico, la muestra de estudio y las técnicas de recolección de datos empleada. En el Capítulo IV: Presentación de los resultados sobre el cálculo de espesores para el tratamiento

superficial bicapa. Finalmente, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, lista de referencias y anexos.

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 “cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima”, vía que se encuentra jerarquizada como un camino vecinal; asimismo, 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 cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuál es el análisis de la demanda del tránsito vehicular de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?

b) ¿Cuál es el resultado del estudio de mecánica de suelos de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?

c) ¿Cómo determinar el CBR de diseño adecuado para el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?

d) ¿Cómo determinar los espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

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

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

En base a la definición de la justificación práctica, esta investigación se justifica porque permite determinar el espesor adecuado para el tratamiento superficial bicapa, llamados también pavimentos económicos, lo cual nos permitirá tener definidas las características técnicas, a fin de poder aplicar el tipo de tratamiento superficial bicapa al caso en estudio, ya que brindará una alternativa más apropiada, para hacer frente al problema de las pésimas condiciones de transitabilidad, viéndose favorecidos los pobladores del distrito de Huanta, provincia de Yauyos y departamento de Lima.

1.3.2. Teórica

Bernal (2016), señala “una investigación tiene justificación teórica cuando el propósito del estudio es general reflexión y debate

académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”.

En base a la definición de la justificación teórica, esta investigación se realizó con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre los tratamientos superficial bicapa, cuyos resultados 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 demuestra, que la estructura vial con tratamiento superficial bicapa, presenta diferencias debido al tipo de suelos y volumen de tránsito vehicular

1.3.3. Metodológica

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

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

En base a la definición de la justificación metodológica, el desarrollo de esta tesis se encuentra metodológicamente justificado, gracias a la disponibilidad de la información. Así, para la variable, tratamiento superficial bicapa, se contempla, entre otros, el aporte de la R.D. N°05-2013-MTC/14 (2014).

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación temporal

Alfaro (2012), menciona que, “la delimitación temporal se refiere básicamente al tiempo que se toma en cuenta, con relación a hechos, fenómenos y sujetos de la realidad, y deben ser de uno, dos o más años”.

En contraste con la definición de delimitación temporal, el trabajo de investigación se llevó a cabo en siete (07) meses, comprendidos de mes de enero hasta el mes de julio del Año 2022.

1.4.2. Delimitación espacial

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

En contraste con la definición de delimitación espacial, la investigación se realizó en el tramo de la carretera vecinal PE-24, puente Tingo-Huantan con una longitud 09+240 km, ubicada en el distrito de Huantan, provincia de Yauyos, departamento de Lima.

Figura 1 - Ubicación departamental de la zona de investigación.



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

Figura 2 - Ubicación provincial de la zona de investigación.



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

Figura 3 - Ubicación distrital de la zona de investigación.



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

Figura 4 - Ubicación del Camino Vecinal: Pte. Tingo – Huantan.



Fuente: Elaboración propia.

1.4.3. Delimitación económica

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

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

1.5. Limitaciones

Principalmente la limitación de la investigación se centró en la no accesibilidad a la información del expediente técnico: “mejoramiento a nivel de tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan con una longitud 09+240 km distrito de Huantan, provincia de Yauyos, departamento de Lima”.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Realizar el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima

1.6.2. Objetivos específicos

a) Analizar la demanda del tránsito vehicular de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.

b) Realizar el estudio de mecánica de suelos de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.

c) Determinar el CBR de diseño adecuado para el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.

d) Determinar los espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. 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.

2.1.2. 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 Trasvase 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 (d) 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.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la Investigación

2.2.1.1 Tratamientos superficiales

Según, Guerrero (2014) Un tratamiento superficial consiste en un pavimento asfáltico construido en forma estratificada y compactada, conformado por un producto bituminoso y un agregado pétreo, que se ubican por separado, el cual dependiendo del número de capas se conocen como de un solo riego, doble riego y triple riego.

Los principales objetivos que se buscan con los tratamientos superficiales son los siguientes:

- ✓ Obtener una carpeta asfáltica que proteja el pavimento contra el efecto abrasivo de los neumáticos, conservando así durante varios años la capacidad portante del pavimento, transmitiéndola a la estructura.
- ✓ Proteger la estructura vial contra las acciones climáticas, especialmente el agua.
- ✓ Proporcionar a la superficie de rodadura cierta rugosidad para evitar el deslizamiento tanto longitudinal como transversal de los vehículos.

Para lograr buenos resultados en los tratamientos superficiales, es necesario que la superficie que se va a intervenir tenga adecuadas condiciones de textura y posea en toda su longitud una estructura suficiente que disipe todos los esfuerzos producidos por el tránsito.

Ventajas:

- ✓ Es un ligante frío, que evita altos costos y consecuencias que produce la utilización de ligantes que deben almacenarse y distribuirse en caliente.

- ✓ Con emulsión, los riesgos que se corren en el trabajo por tiempo frío y lluvioso disminuyen notoriamente, esto es evidente por cuanto dicho ligante no necesita para estabilizarse una lenta evaporación de solventes.
- ✓ La adherencia es en general mejor, gracias al recubrimiento de los agregados pétreos por la base acuosa, cualquier otro ligante por el contrario tiene tendencia a coagularse al hacer contacto con los agregados.
- ✓ Con emulsiones catiónicas la adherencia es mucho mejor silos materiales pétreos que se van a utilizar son de naturaleza ácida como cuarcitas o sílices.
- ✓ Los tratamientos superficiales ejecutados con emulsiones catiónicas permiten dar al servicio casi de inmediato el tráfico de vehículos.
- ✓ Los riesgos de exudación se disminuyen notablemente, por cuanto la emulsión está constituida con base en asfalto puro o muy poco fluido

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) (2018), en su Manual Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2018), en el Capítulo IV: Pavimentos, sección 418: Tratamientos superficiales señala que "...consiste en la colocación de una o más capas de tratamientos superficiales (asfalto, agregados y de ser el caso, aditivos) sobre la superficie de una base imprimada o cualquier otra". Además, el MTC (2018).

2.2.1.2 Mejoramiento con tratamiento superficial

Aguilar y Salas (2012), los tratamientos superficiales son los sistemas de revestimientos empleando agregados pétreos y asfaltos más eficientes en costos, de acuerdo a su aplicación o preparación se debe ejecutar ensayos

para verificar las dosificaciones de agregado y ligante en tratamientos superficiales, así como la granulometría de aquellos.

Aguilar y Salas (2012), un tratamiento superficial brinda una cubierta impermeable a la superficie existente de la calzada y resistencia a la acción abrasiva del tránsito. El tratamiento superficial provee una textura superficial excepcional, impermeabilidad al agua y alguna resistencia a las fisuras.

Aguilar y Salas (2012), El objetivo de los tratamientos superficiales es sellar, impermeabilizar y aumentar la durabilidad de las calzadas tratadas, proporcionando superficies de rodaduras seguras y adecuadas para el tránsito de vehículos, en toda época del año, los tratamientos superficiales constituyen capas de protección que no aportan resistencia estructural al pavimento.

Los tratamientos superficiales tienen como principal objetivo mantener las condiciones de servicio del pavimento y su buen estado alargando así su vida útil, este término cubre generalmente todas las aplicaciones de asfalto, con o sin agregados a cualquier tipo de camino o superficie de pavimentos flexibles, pero cuyo espesor final es por lo general inferior a 25 mm (una pulgada).

Los tratamientos superficiales varían desde una simple y ligera aplicación de cemento asfáltico, sobre los cuales distribuyen agregados pétreos, hasta mezclas con espesores de hasta 2.5 cm. Todos los tratamientos superficiales sellan y prolongan la vida de los caminos, teniendo cada uno propósitos especiales, según (manual de caminos no pavimentados MTC 2005).

2.2.1.3 Clasificación de tratamiento superficiales

Los tratamientos superficiales se pueden clasificar en definitiva según la tabla 01. A continuación, se analizan únicamente los diferentes tratamientos superficiales con riegos y las lechadas bituminosas.

Tabla 1 – Clasificación de los tratamientos superficiales.

Riegos	Sin gravilla	En negro De imprimación De adherencia De curado
	Con gravilla	Monocapa Bicapa Multicapa Monocapa doble engravillado De sellado
Mezclas bituminosas en capas de pequeño espesor.	Lechadas bituminosas Microaglomerados en frío Microaglomerados en caliente	

Fuente: Ingeniería de carreteras, Volumen II, Editorial Mc Graw Hill.

Figura 5 - Esquema de un tratamiento superficial simple.



Fuente: autor Luis Bañón Blazquez.

Figura 6 - Esquema de un tratamiento superficial doble.



Fuente: autor Luis Bañón Blazquez.

2.2.1.4 Funciones de los tratamientos superficiales

(Universidad Católica del Norte tratamientos superficiales simples, dobles), Un tratamiento superficial por sí mismo no es considerado un pavimento, básicamente brinda una cubierta impermeable a la superficie existente de la calzada y resistencia abrasiva del tránsito para garantizar su función. Algunas de las funciones más comunes con:

1. Proteger la superficie de la base estabilizada de la acción erosiva y esfuerzos tangenciales producidos por los neumáticos de los vehículos. “Aguilar (2005)”
2. Proteger la estructura del camino de la acción del clima, principalmente de las infiltraciones de agua que podrían comprometer la estabilidad de las capas granulares, “Aguilar y Salas (2012)”
3. Asegurar un nivel de adherencia mínimo entre neumático y superficie de la calzada.

4. Su ejecución en forma eficiente permite la obtención de un tratamiento económico, de construcción simple y durable, aplicados sobre una base granular, su efecto de impermeabilización permite que esta conserve su capacidad de soporte adecuada. Aplicados sobre pavimentos existentes de asfalto o de hormigón, prolongan la durabilidad de la calzada. "Aguilar (2005)".

5. Un tratamiento superficial doble, adecuadamente diseñado y construido, proporciona un considerable incremento en durabilidad y resistencia en comparación con un tratamiento simple, obteniéndose, además, una mayor impermeabilidad. La mayor resistencia y durabilidad que proporcionan los tratamientos dobles los hacen especialmente adecuados para condiciones de mayor transitabilidad, pendientes más pronunciadas y climas más severos. "Aguilar (2005)"

6. Proveer una superficie económica y duradera para caminos con bases granulares que tienen tránsitos ligeros y de mediano volumen.

7. Prevenir la penetración superficial de agua en bases granulares y pavimentos antiguos que han comenzado a fisurarse o desintegrarse con el tiempo, "Aguilar y Salas (2012)".

8. Renovar superficies y restaurar la resistencia al deslizamiento de pavimentos deteriorados por el tránsito en los cuales los agregados superficiales han comenzado a pulirse, "Aguilar y Salas (2012)".

9. Asegurar la adherencia de las capas asfálticas superiores con las bases granulares "riego de imprimación" Aguilar y Salas (2012).

10. Se adapta mejor a las deformaciones que ocurrirán en los asentamientos futuros. “Aguilar y Salas (2012)”.

2.2.1.5 Dosificación del tratamiento superficial en pavimentos

a. Tratamiento superficial simple TS: “Según EG-2013”, la tasa de aplicación de material bituminoso y agregado pétreo serán las que se determinen de acuerdo a diseño aprobado por el supervisor, y las condiciones del pavimento.

En la tabla N°02 se dan las cantidades referenciales de los materiales, que deben ser ajustados para las condiciones de cada proyecto y aprobados por el supervisor antes de su aplicación, de acuerdo a la fórmula de trabajo aprobada por el diseño planteado.

Tabla 2 – Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple (TS).

Tamaño Nominal de agregado	Nº Huso ^(b) Granulométrico	Cantidad de Agregado m ³ /m ²	Cantidad de ^(a) Asfalto l/m ²	Tipo y Grado de Asfalto	
				Tiempo cálido (+26,7°C)	Tiempo frío (06 a 26,7°C)
25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 2 PEN 120-150	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150
19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150	MC 800 RC 800 RS 2 CRS 1, 2
12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.° 4)	7	0,008	1,04	MC 3000 RC 800, 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 200-300	MC 800 RC 250,800 RS 2 CRS 1, 2
9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.° 8)	8	0,006	0,86	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2
4,75 mm a 1,18 mm (n.° 4 a n.° 16)	9	0,004	0,59	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2

Fuente: EG-2013.

b. Tratamiento superficial múltiple TM: “Según EG-2013”, consiste en la aplicación de dos o más capas de ligante bituminoso y agregados pétreos, la tasa de aplicación de material bituminoso y agregado pétreo serán las que se establezcan en el diseño aprobado por el supervisor, acorde a la fórmula de trabajo aprobada, por el diseño planteado.

Las cantidades aproximadas de materiales a utilizar se dan en las tablas 02 y 03, las que deben ser ajustadas para las condiciones de cada proyecto y aprobadas por el supervisor antes de su aplicación, de acuerdo a la fórmula de trabajo aprobada por el diseño planteado.

Tabla 3 – Cantidades aproximadas de materiales para tratamientos superficiales dobles.

Aplicaciones	Tamaño Nominal del agregado	Nº Huso ^(b) Granulométrico	Cantidad de Agregado m ³ /m ²	Cantidad de ^(a) Asfalto l/m ²
Primera Aplicación	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90
Segunda Aplicación	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)	7	0,008	1,18
Primera Aplicación	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68
Segunda Aplicación	9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.º 8)	8	0,006	0,91

Fuente: EG-2013.

2.2.1.6 Proceso constructivo de un tratamiento superficial en carreteras

Aguilar y Salas (2012), Universidad Católica de Santa María, “comparación entre tratamiento superficial bicapa y asfalto en caliente”, define que el proceso constructivo de tratamiento superficial bicapa es como se detalla a continuación:

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.

Tabla 4 – Proceso constructivo de tratamientos superficiales simples y dobles.

OPERACIÓN	MONOCAPA (BERMAS)	PRIMERA CAPA	SEGUNDA CAPA
BARRIDO	Escobas y Compresora de aire	Escobas y Compresora de aire	Escobas y Compresora de aire
RIEGO DERC - 250	Marcado de borde Riego de rc-250 a 0,29 gl/m ² a 0,02 Velocidad de riego - 220 m./min. Con Tanque Imprimador de 1800 gls. De Capacidad.	Marcado de Pista Riego de rc-250 a 0,435 gl/m ² a 0,02 Velocidad de riego - 153 m./min. Tanque Imprimador de 1800 gls. De Capacidad.	Marcado de Pista Riego de rc-250 a 0,290 gl/m ² a 0,02 Velocidad de riego - 220 m./min. Tanque Imprimador de 1800 gls. De Capacidad.
ESPARCIDO AGREGADOS PETREOS	Con esparcidora acoplada a volquete de 10m ³ de cap. Resane con rodillo y escobas. Planchado con Rod. Liso de 8 ton. (2 pasadas) Compact. Con Rod. Neumático.	Con esparcidora (comp. Graduable) acoplada a volquete de 10m ³ de cap. Resane con rodillo y escobas. Planchado con Rod. Liso de 8 ton. (2 pasadas) Compact. Con Rod. Neumático.	Con esparcidora (comp. Graduable) acoplada a volquete de 10m ³ de cap. Resane con rodillo y escobas. Planchado con Rod. Liso de 8 ton. (1 pasada) Es opcional. Compact. Con Rod. Neumático.

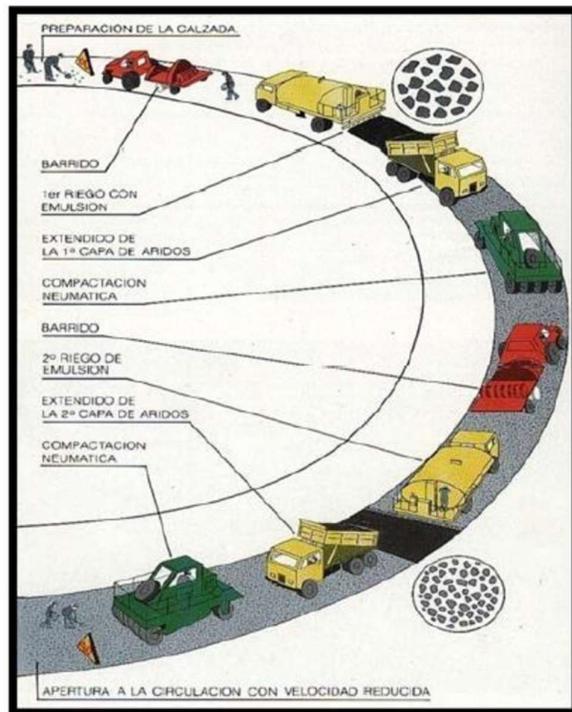
Fuente: Manual de especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (EG-2013).

Figura 7 - Esquemática las operaciones de construcción de un tratamiento superficial simple.



Fuente: KRAEMER.

Figura 8 - Esquemática las operaciones de construcción de un tratamiento superficial doble.



Fuente: KRAEMER.

2.2.1.7 Equipos para la ejecución de los tratamientos superficiales

Aguilar y Salas (2012), Universidad Católica de Santa María, “comparación entre tratamiento superficial bicapa y asfalto en caliente”, los equipos empleados en la construcción de tratamientos de superficie tienen una importancia crucial en la calidad del producto final. Dichos equipos deben conservarse bien ajustados y en buena condición operativa utilizando mantenimiento rutinario e inspecciones frecuentes, orientadas a desgaste excesivo, roturas 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.

2.2.1.8 Forma de medición de los tratamientos superficiales

1. Ejecución de riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto, tratamientos superficiales y morteros asfálticos. La unidad de medida será el metro cuadrado

(m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado con la aprobación del supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva, Aguilar y Salas (2012).

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos aprobados.

No se medirá ninguna área por fuera de tales límites.

2.-Ejecución de mezclas densas y abiertas en frío y en caliente. La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada y compactada en obra con la aprobación del supervisor, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva.

Tabla 5 – Forma de medición de tratamientos superficiales.

Partida de pago	Unidad de pago
418.A Tratamiento superficial simple	Metro cuadrado (m ²)
418.B Tratamiento superficial múltiple ("n" capas)	Metro cuadrado (m ²)

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013.

2.2.1.9 Fallas y errores de los tratamientos superficiales

Los principales errores o fallas apreciables en los tratamientos suelen ser los siguientes:

a) Proyección o desprendimiento inmediato de gravillas de la superficie: Esto, producido a las pocas horas siguientes a la ejecución de un tratamiento, puede ser debido a la mala formulación del mismo o a falla de ejecución del tratamiento.

Mala formulación del tratamiento.

- Error en el tipo elegido (simple en lugar de un doble sobre carretera con elevado tránsito). (Vivar, 1995)
- Error en la elección de los componentes (ligante y árido). Ligantes demasiado fluidos, viscosos, mala adhesividad ligante árido, emulsión que quiebre demasiado lento, clima de la zona.
- Errores en las dosificaciones o defectos de ligante, exceso de agregado y/o exceso del ligante.
- Empleo de un agregado con material extraño. Vivar (1995).
- Fallas en el proceso de ejecución
 - Realización de las obras bajo desfavorables condiciones atmosféricas, como, por ejemplo: altas temperaturas y sobre carreteras con elevada intensidad de tránsito sin interrupción de este. Vivar (1995)
 - Ejecución de un tratamiento en condiciones de bajas temperaturas.
 - Exceso de agregado.
 - Distribución de agregados demasiado tarde. Vivar (1995)
 - Fallas de compactación, o compactación demasiado tarde.
 - Riego del ligante a temperatura inadecuada (una temperatura demasiado elevada es tan nefasta como una temperatura baja; el ligante se pulveriza mal), Aguilar y Salas (2012).

b) Otros problemas en el desarrollo de la actividad:

Aguilar y Salas (2012), en un tratamiento que parece bien ejecutado, se empiezan a apreciar efectos algún tiempo después de haber sido abierto al tránsito. Estos aparecen principalmente en los cambios de clima y causas pueden ser las siguientes:

Apertura prematura del tratamiento.

- Cabe hacer notar que de la misma manera que una circulación lenta, con su acción compactadora, puede ser beneficiosa para la correcta formación del mosaico, la circulación rápida, particularmente en verano, es nefasta para un revestimiento recién ejecutado. Vivar (1995)

Proyección o desprendimiento de gravillas al comienzo de la estación fría.

- Sub dosificación del ligante.

- Ligante residual demasiado duro, siendo frágil en tiempo frío.

- Realización tardía de la aplicación del agregado sobre la película ligante.

- Falta de adherencia entre el ligante y el agregado.

2.3. 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. Mantenimiento periódico:** Según “manual para el diseño de mantenimiento de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito 2008”, se realiza en períodos de un año o más, con la finalidad de recuperar las condiciones físicas de la carretera, deterioradas por el uso y evitar que se agraven los defectos, preservar las características superficiales de la vía y corregir defectos mayores puntuales; comprende las reparaciones de la carpeta asfáltica, de las obras de arte y drenaje, reparaciones de la señalización y elementos de seguridad.
- 7. Mantenimiento rutinario:** Según “manual para el diseño de mantenimiento de caminos no pavimentados de bajo volumen de

tránsito 2008”, se realiza con carácter preventivo, de modo permanente y tiene por finalidad preservar los elementos de la carretera, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o rehabilitación; incluye labores de limpieza de la plataforma, limpieza de las obras de drenaje, corte de la vegetación en el derecho de vía y reparaciones menores de los defectos puntuales de la plataforma, en los sistemas tercerizados se incluye también el cuidado y vigilancia de la vía.

- 8. 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.
- 9. 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).
- 10. 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”.
- 11. 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”.
- 12. 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”.

13. 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.

14. 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, riegos 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”.

15. 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 “Cóndor 2016”.

16. 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 “Cóndor 2016”.

17. 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.

18. 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.

19. Limpieza: La falta de limpieza del árido puede ser causa determinante de una mala adhesividad y, por lo tanto, de una pérdida prematura de gravilla, también puede contribuir a una rotura demasiado rápida de la emulsión y, consiguientemente, a una mala terminación del tratamiento superficial, en todos los casos dudosos es aconsejable proceder a un lavado previo de los áridos antes de la aplicación en la dosificación.

20. 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 adecuado. 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.

- 21. 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.
- 22. 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”.
- 23. 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 y Partículas lajeadas del agregado % máximo 10.
- 24. 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”.
- 25. Riego 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”.
- 26. Riego 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”.

27. Riego 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”.

28. 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”.

29. Afirmado: Según “manual de caminos no pavimentadas MTC 2005”, capa de material natural selecto procesado o semiprocado 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.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima, se realiza de acuerdo a lo indicado en la R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014.

2.4.2. Hipótesis específicos

a) El análisis de la demanda del tránsito vehicular de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima, es determinante para el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa.

b) El estudio de mecánica de suelos, garantiza realizar un buen cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.

c) El CBR de diseño adecuado para el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa, garantiza la duración de las condiciones de transitabilidad de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.

d) El cálculo de los espesores para el tratamiento superficial bicapa, garantiza la duración de la estructura vial de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.

2.5. Variables

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

2.5.1. Definición conceptual de la variable

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

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

Para la investigación desarrollado se consideró como variable independiente al: tratamiento superficial bicapa.

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

Para la investigación desarrollado se consideró como variable dependiente al: cálculo de espesores.

2.5.2. Definición operacional de la variable

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

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

Tratamiento superficial bicapa: Consiste en la ejecución de dos capas de tratamiento asfáltico de acuerdo con las especificaciones técnicas y en conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicadas en los planos del proyecto. Este tratamiento comprende la aplicación de liga con asfalto líquido MC-30 y un revestimiento de agregado pétreo.

Cálculo de espesores: Los espesores se determinan teniendo en cuenta los siguientes factores: las características de los materiales que la componen, las solicitaciones del tráfico, las características de la subrasante y las condiciones ambientales a las que va a ser sometido el pavimento durante toda la vida de servicio.

2.5.3. Operacionalización de la Variable

Para Carrasco (2006) la operacionalización de la variable, “es un proceso metodológico que consiste en descomponer o desagregar deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a los más específicos; es decir, las variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems; pero si son concretas solamente en indicadores, índices e ítems”.

Tabla 6 – 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.		
		Tratamientos superficiales por antonomasia, se componen de una mezcla de ligante hidrocarbonado y gravilla, empleándose para restituir las propiedades superficiales del firme e incluso como capa de rodadura en firmes rurales o de escaso rodado.	Directa: politoma	Laboratorio de mecánica de suelos
		Lechadas Bituminosas.		
		Compuestos tomados por una mezcla de una emulsión bituminosa con áridos finos de granulometría estricta, consiguiendo un mortero de excelentes propiedades superficiales, su empleo está muy extendido, denominándose como slurrys.		
	Estudio de volumen vehicular	Descripción de tipos de vehículos y las cantidades que circulan por la zona	unidades	En campo mediante conteo vehicular.

Calculo de espesores	Dependiente	Diseño de las capas del pavimento	Espesor de las capas fundamentales del pavimento	metros	En gabinete mediante procesamiento de datos
		Factores de diseño Carga vehicular Normas	Comparación de los diferentes pavimentos y sus viabilidades	soles	Normas

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

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

3.2. Tipo de Investigación

Carrasco (2006) considera que la investigación aplicada “se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad”. Ante la definición conceptual del tipo de investigación se indica que en el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el tipo de investigación aplicada.

3.3. Nivel de investigación

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

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

Ante las definiciones conceptuales del nivel de investigación, se menciona que en el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el nivel de investigación descriptivo - explicativo.

3.4. Diseño de investigación

Carrasco (2006) define a los diseños no experimentales de investigación, “como aquellos cuyas variables independientes carecen de manipulación intencional y no poseen grupo de control, ni mucho menos experimental. Analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia”. Ante la definición conceptual del diseño de investigación, se indica que en el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el diseño de investigación no experimental.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

De acuerdo con Fracica (1988), población es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo”. En tanto que, para Jany (1994), la población es “la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia o bien, unidad de análisis”. En concordancia con la definición conceptual de población, se tiene que la aplicación del trabajo de investigación estuvo enfocada como población a los caminos vecinales del distrito de Huantan, provincia de Yauyos, región de Lima.

3.5.2. Muestra

Para Bernal (2016), muestra “es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo de la investigación y sobre la cual se efectuaran la medición y la observación de las variables objeto de estudio”. La muestra de estudio para la investigación fue el tramo de la carretera vecinal PE-24, puente Tingo-Huantan con una longitud 09+240 km, en el distrito de Huantan, provincia de Yauyos, departamento de Lima.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Palella y Martins (2012) definen a las técnicas de recolección de datos como “las distintas formas o maneras de obtener la información. Para el acopio de los datos se utilizan técnicas como la observación, entrevista, encuesta, pruebas, entre otras”.

También Palella y Martins (2012) definen como instrumento de recolección de datos “a cualquier recurso del cual pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. En cada instrumento concreto puede distinguirse dos aspectos diferentes; una forma y un contenido”.

Técnicas: La técnica que se empleó son los cálculos de los espesores de para el tratamiento superficial.

Instrumentos: Los instrumentos que se emplearon en la recolección de datos son: los conteos vehiculares y los ensayos de laboratorio de suelos.

3.7. Procesamiento de la información

La información recolectada fue procesada en forma computarizada utilizando el paquete estadístico computacional EXCEL, sobre la base de datos.

3.8. Técnicas y análisis de datos

El análisis de datos se hizo utilizando la estadística descriptiva e inferencial, haciéndose uso de los modelos tabulares gráficos y numéricos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

4.1.1. Resultados de la demanda del tránsito vehicular

El presente estudio, consiste básicamente en cuantificar el volumen de tráfico y su proyección, para el tramo de la: carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima. La toma de datos se realizó para determinar el IMDA.

Conteo vehicular: La estación de conteo y clasificador vehicular N° 1 (EC-1), fue ubicada a la entrada de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan. El conteo se realizó durante 7 días. En la tabla N° 7 se muestra el resultado referido al conteo volumétrico de tráfico, la clasificación diaria para la estación EC-1, que comprende a la estación.

Tabla 7 – Resultados de conteo.

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
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.

De los resultados de conteo que se muestra en la tabla N°7, se aprecia que el volumen de tránsito total por semana es de 1699 vehículos, de los cuales los de mayor tránsito son los autos (490 vehículos/semana), seguido por las combis rurales (480 vehículos/semana) y el de menor tránsito son los buses y camiones de dos (2) ejes (16 y 15 vehículos/semana respectivamente).

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° 8, se muestra el resumen del IMD Anual.

**Tabla 8 – Variación diaria del índice medio diario anual (IMDa)
Estación EC-1.**

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

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de la variación diaria del índice medio diario anual que se muestra en la tabla N°8, se aprecia que el índice medio diario semanal total es de 243 vehículos, de acuerdo a la clasificación vehicular el tipo de vehículo que presenta mayor índice medio diario semanal son los autos (70 vehículos) y las combis rurales (69 vehículos), por otro lado, los tipos de vehículos que presentan el menor índice medio diario semanal son los buses y camiones de dos (2) ejes (2 vehículos en ambos caso).

La aplicación del Factor de Corrección (FC) de 0.94 y 1.005, tiene por objeto eliminar el factor de estacionalidad que afecta los movimientos de carga y pasajeros. El factor de estacionalidad depende de una diversidad de factores exógenos como son: las épocas de vacaciones para el caso de movimientos de pasajeros; las épocas de cosecha y los factores climáticos para el transporte de productos agropecuarios; la época navideña para la demanda de todo tipo de bienes. Al aplicar dichos factores se obtuvo índice medio diario anual y que, de acuerdo a la clasificación vehicular, el tipo de vehículo que presenta mayor índice medio diario anual son

los autos (66 vehículos) y las combis rurales (65 vehículos), por otro lado, los tipos de vehículos que presentan el menor índice medio diario anual son los buses y camiones de dos (2) ejes (3 vehículos en ambos casos).

Tabla 9 – Resumen de la variación diaria del Índice medio diario anual (IMDa) Estación EC-1.

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

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el índice medio diario anual (IMDA) es el valor numérico estimado del tráfico vehicular durante un año en el tramo de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima. El IMDA viene a ser el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y la aplicación del factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías, para el caso de nuestra investigación el IMDA es de 232 vehículos, tal como se muestra en la tabla N°9.

Clasificación vehicular promedio: De los resultados de la clasificación vehicular de campo, se procedió a determinar la composición vehicular de la muestra (carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima), la cual se muestra en la siguiente tabla:

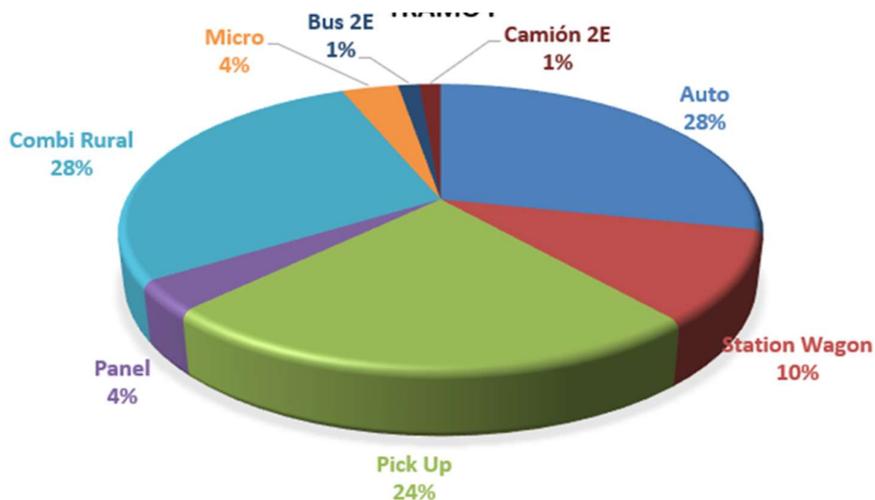
Tabla 10 – Índice Medio Diario Anual (IMD) según clasificación vehicular Estación EC-1.

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

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados mostrados en la tabla N°10, se puede mencionar que la distribución de la clasificación vehicular es de 98.71% para los vehículos ligeros y de 1.29% para los vehículos pesados. Dentro de la clasificación de vehículos ligeros se tienen a los autos, station wagon, pick up, panel, combi rural, micro bus y bus 2E y como vehículos pesados se tiene al camión 2E.

Figura 9 – Composición de tránsito vehicular Estación EC-1.



Fuente: Elaboración Propia.

De la figura N°9, se muestra cada uno de los porcentajes por tipos de vehículos, el de mayor incidencia porcentual son las combis rurales con 28% y el de menor incidencia es el camión 2E con 1%.

Proyección del tráfico en la carretera: Para la proyección del tráfico de la carretera, se tomó en cuenta los resultados del conteo de tráfico realizado para fines de la presente investigación, y las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas de la región Lima.

Para la proyección del tráfico, se ha identificado 2 tipos de tráfico: (i) tráfico normal (sin proyecto), (ii) tráfico generado (por efecto del proyecto).

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 (2022). Los resultados de la proyección del tráfico normal generado se muestran en la tabla N° 11. Para la proyección del tráfico de la muestra de investigación (carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima), se tomó en cuenta los resultados del conteo de tráfico realizado para fines del presente estudio.

Tabla 11 – Proyección del tráfico 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.

Los resultados de la proyección del tráfico normal y generado se muestran en la tabla N°12.

Tabla 12 – Proyección del tráfico normal y 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.

4.1.2. Resultados del estudio de mecánica de suelos

El presente estudio de mecánica de suelos fue llevado a cabo con la finalidad de determinar las características del perfil estratigráfico del suelo de la sub rasante y las condiciones de la carretera tramo puente de Tingo – Huantan, ubicado en el distrito de Huantan – Yauyos – lima.

Las actividades como trabajos de campo y gabinete ejecutados son las siguientes:

Tabla 13 – Actividades ejecutadas.

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	PERSONAL
01	Identificación de puntos de exploración.	05 Und	El investigador.
02	Excavación de calicatas	05 Und	Personal de apoyo
03	Evaluación y extracción de muestras.	05 Und	Especialista en geotécnica, laboratorista, personal de apoyo y el investigador.
04	Análisis y ensayos en laboratorio.	05 Und	Personal de laboratorio y el investigador.

Fuente: Elaboración propia.

1.- Identificación de puntos de exploración: El trabajo de identificación de puntos para exploración se inició con la presencia del especialista en geología y con el personal de mano de obra no calificado (peón), se inició la inspección visual en toda la longitud del proyecto, en forma continua dentro de la faja que cubre el ancho de calzada y los taludes que lo conforman para poder densificar la exploración, el trabajo de identificación tuvo una duración de 01 día.

Para el trabajo de identificación de puntos de exploración se utilizaron materiales y herramientas como pico, pampa, machetes, lima y combos.

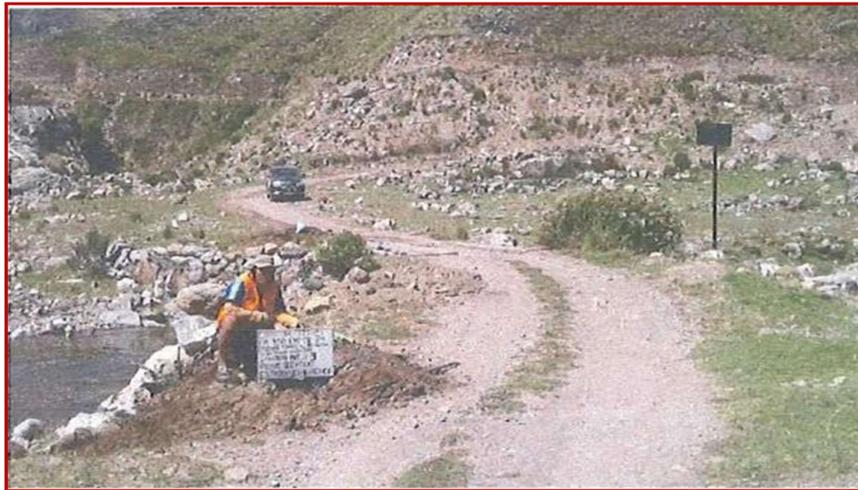
Figura 10 – Trabajos de identificación de puntos de exploración.



Fuente: Elaboración Propia.

2.- Excavación de calicatas: Con el objeto de determinar las características físico – mecánico de los materiales del terreno de fundación, se iniciaron con el trabajo de investigación mediante la ejecución de pozos de exploración (05 calicatas) de 0.60 x 1.20 (aproximadamente) a “cielo abierto” de 1.50 m de profundidad mínima, distancias a 2 kilómetro uno del otro, en una aproximado de 6 días calendarios con 3 cuadrillas de personal de mano de obra no calificada (peón) se culminaron al 100% dicho trabajo.

Figura 11 – Trabajos de excavación de calicatas.



Fuente: Elaboración Propia.

3.- Evaluación y extracción de muestras: Se iniciaron con el trabajo de la evaluación y extracción de muestra de las calicatas, las que fueron descrita e identificadas con las ubicaciones, numero de muestra, numero de calicata, progresiva, profundidad luego fueron extraídas y colocadas en una bolsa de politileno y costal en horas de la tarde se ha traslado las muestras a la ciudad de Huancayo al laboratorio GEOLUMAS S.A.C. división de mecánica de suelos, concreto y materiales. (geotecnia y geología) RUC. 20568764995, Dirección: Jr. 28 de octubre N° 429 el tambo Huancayo.

Las muestras extraídas se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 14 – Muestras extraídas.

CALICATA	PROGRESIVA (Km.)	PROF. (m.)	MUESTRA
C - 1	1+000	1.00	M - 1
C - 2	3+000	1.30	M - 2
C - 3	5+000	1.10	M - 3
C - 4	7+000	1.30	M - 4
C - 5	9+000	1.00	M - 5

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12 – Evaluación y extracción de muestras.



Fuente: Elaboración Propia.

4.- Análisis y ensayo de laboratorio: Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos, en el laboratorio GEOLUMAS S.A.C. (división de mecánica de suelos concreto y materiales):

Descripción de ensayos CBR:

- ✓ Análisis Granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E 107.
- ✓ Limite Líquido ASTM D-4318, MTC E 110.
- ✓ Limite Plástico ASTM D-4318, MTC E 111.
- ✓ Contenido de Humedad ASTM D-2216, MTC E 108.
- ✓ Clasificación SUCS ASTM D-2487.
- ✓ Clasificación AASHTO M-145.
- ✓ Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.
- ✓ California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132.
- ✓ Perfil Estratigráfico con cada Calicata.

Descripción del suelo de fundación: Del análisis de los resultados de campo y laboratorio se puede configurar el perfil estratigráfico, de la siguiente manera:

A continuación, se encuentra el suelo natural por debajo de esta capa, conformado por suelos rocosos, grava y arcilla.

Los suelos naturales que se encuentra en el nivel de fundación no son homogéneos en humedad de capas y napas freáticas mostrando las siguientes características:

Tabla 15 – Clasificaciones y condiciones de humedad.

ITEM	PROG.	CALICATA	PROF. DE CALICATA	CLASIFICACION SUCS AASHTO		L.L.	L.P	I.P	% CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACION DE SUELO
				GW-GM	A-2-4(0)					
1	1+000	C - 1	0.00 - 1.00 m	GW-GM	A-2-4(0)	N.P	N.P	N.P	-----	GRAVA BIEN GRADADA, CON NULA PLASTICIDAD, CON PRESENCIA DE ROCAS FRACTURADAS Y PRESENCIA DE
2	3+000	C - 2	0.00 - 1.30 m	GM	A-2-4(0)	N.P	N.P	N.P	-----	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO, DE COLOR MARRON CLARO Y PRESENCIA DE ROCA.
3	5+000	C - 3	0.00 - 1.10 m	GW-GM	A-1-a(0)	N.P	N.P	N.P	-----	GRAVA BIEN GRADADA, CON NULA PLASTICIDAD, CON PRESENCIA DE ROCAS FRACTURADAS Y PRESENCIA DE
4	7+000	C - 4	0.00 - 1.30 m	GM	A-2-4(0)	N.P	N.P	N.P	-----	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO, DE COLOR MARRON CLARO Y PRESENCIA DE ROCA.
5	9+000	C - 5	0.00 - 1.00 m	GM	A-2-4(0)	N.P	N.P	N.P	-----	GRAVA LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO, DE COLOR MARRON OSCURO Y PRESENCIA DE ROCA.

Fuente: Elaboración propia.

Capacidad de soporte de suelo (CBR): Se han tomado las muestras suficientes para efectuar los ensayos de laboratorio correspondientes a CBR (ASTM D-1883, MTC E 132), de acuerdo a las características de los suelos descriptivos anteriormente. A continuación, se resume los resultados obtenidos para estos materiales:

Tabla 16 – Valores de los CBRs de los suelos.

CALICATA	PROGRESIVA (Km.)	PROF. (m.)	MUESTRA	Clasificación		Proctor Modificado		C.B.R. (%)	
				SUCS	AASHTO	M.D.S. (gr/cc)	O.C.H. (%)	100% M.D.S.	95% M.D.S.
C - 1	1+000	1.00	M - 1	GW-GM	A-2-4(0)	2.297	7.55	91.00	80.50
C - 2	3+000	1.30	M - 2	GM	A-2-4(0)	2.300	10.80	94.50	80.34
C - 3	5+000	1.10	M - 3	GW-GM	A-1-a(0)	2.275	6.00	91.80	82.00
C - 4	7+000	1.30	M - 4	GM	A-2-4(0)	2.310	8.10	92.50	82.00
C - 5	9+000	1.00	M - 5	GM	A-2-4(0)	2.241	9.70	92.40	80.70

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Resultados del CBR de diseño adecuado

La sectorización de la carretera se ha efectuado básicamente en función a los tipos de suelos y/o similares; por lo que los valores de CBR de diseño son semejantes en algunos sectores:

Tabla 17 – CBRs de diseño por sectores.

SECTOR	CBR (%) AL 95% DE MDS	CATEGORIAS DE SUBRASANTE	SECTORES
km 0+000 - km 01+000	80.50	Sub rasante buena	I
km 01+000 - km 03+000	80.34	Sub rasante buena	I
km 03+000 - km 05+000	82.00	Sub rasante buena	I
km 05+000 - km 07+000	82.00	Sub rasante buena	I
km 07+000 - km 09+000	80.70	Sub rasante buena	I
km 09+000 - km 11+000	81.00	Sub rasante buena	I

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Resultados del cálculo del espesor para el tratamiento superficial bicapa

Para el diseño de la capa granular de aporte (determinación de espesor “e”) se utilizará el “Manual de Carreteras” sección Suelos y Pavimentos 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el que se debe tener datos de entrada como el CBR promedio del sector clasificado, así mismo el tráfico del Sector (# de ejes equivalentes). Para lo cual se extrae los datos del estudio de tráfico y del estudio de mecánica de suelos realizado respectivamente.

Tráfico (EALs): Del estudio de tráfico se presenta el siguiente cuadro:

Tabla 18 – Censos de cargas de estudio de campo efectuado.

Tramo	Pte. Tingo – Huantan
	Km. 0+000 – Km. 9+240
EE Acumulados 2022-2030	ESTACION E 1
2022-2030	2.39E+04

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del C.B.R. de Diseño: La metodología para determinar el C.B.R. de Diseño para un tramo determinado es mediante el promedio de valores individuales, recomendado por la Metodología AASHTO, para un mejor criterio de diseño se puede eliminar los valores pico, tanto superior como inferior al promedio.

Los sectores que se indique con CBR menores al resultado del promedio se propondrán un mejoramiento de los suelos, siendo estos reemplazados por suelos granulares o en su defecto cuyo CBR supere al CBR de diseño.

Tabla 19 – Sectores y CBR.

TRAMO	CBR (%) al 95% de MDS	Categorías de Sub rasante	Sectores
	km 00+000 – km 01+000		
km 01+000 – km 03+000	80.34	Sub rasante excelente	I
km 03+000 – km 05+000	82.00	Sub rasante excelente	I
km 05+000 – km 07+000	82.00	Sub rasante excelente	I
km 07+000 – km 09+000	80.70	Sub rasante excelente	I
km 09+000 – km 09+240	81.00	Sub rasante excelente	I

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 – CBR de diseño.

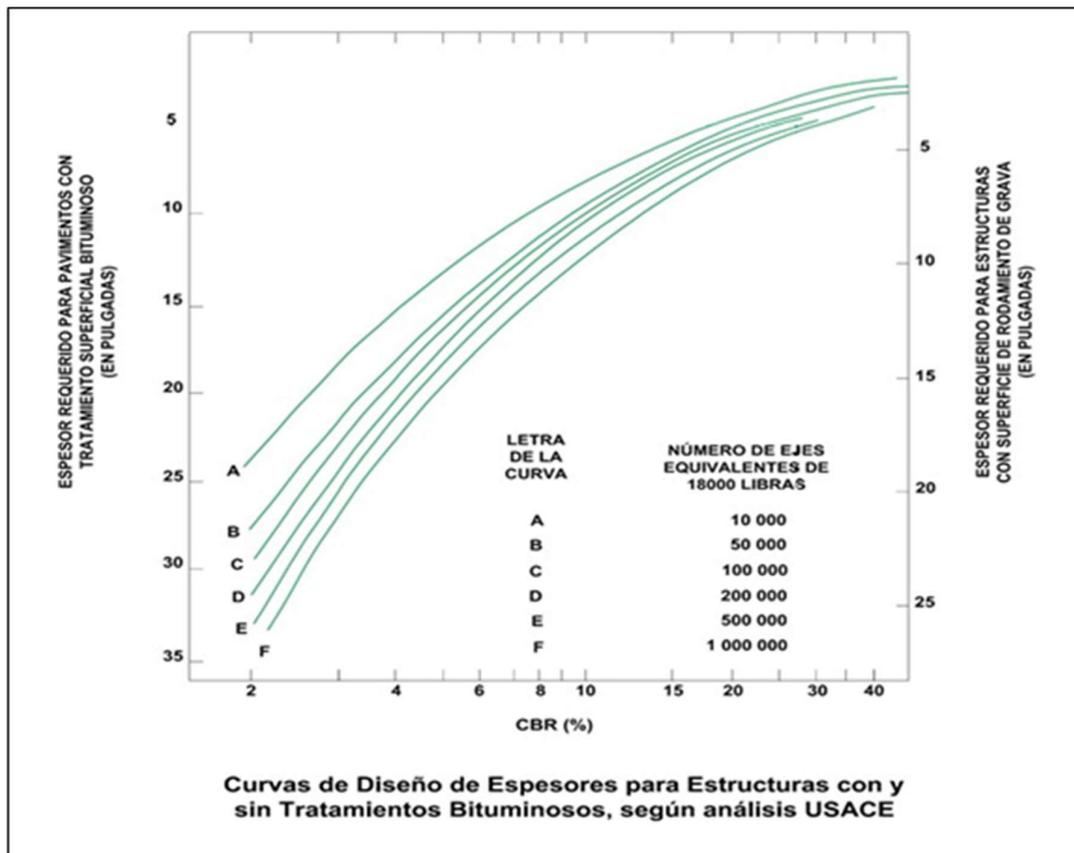
SECTORIZACION	C.B.R. de Diseño
km 0+000 al km 09+240	81.06

Fuente: Elaboración propia.

Métodos de diseño (método de USACE): A fin de determinar el espesor del pavimento requerido (tratamiento superficial bicapa), se utilizará el método de diseño para pavimentos afirmados del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EEUU (USACE).

En la figura “Curvas de Diseño de Espesores para Estructuras con y sin Tratamiento Bituminoso, según Análisis USACE”, permite determinar los espesores requeridos para estructuras con superficie de rodamiento de grava, en base a valores de CBR y el correspondiente número de repeticiones de eje estándar.

Figura 13 – Curvas de diseño de espesores.



Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla “Resumen de espesores de pavimentos”, se muestra los espesores obtenidos de la aplicación del Método USACE.

Habiéndose encontrado un CBR de diseño demasiado alto (CBR: 81.06%) de acuerdo a la mecánica de suelos se ha adoptado un espesor de afirmado de 0.15 cm.

Tabla 21 – Resumen de espesores de pavimentos.

SECTOR – CBR Diseño	TRAMO (Km-Km)	CAPA (NIVEL DE SUB-RASANTE) (cm)	ESPESOR DE AFIRMADO EXISTENTE (cm)	AFIRMADO EXISTENTE (cm)	ESPESOR DE BICAPA
I - 80.50%	Km 0+000- Km 2+000	0.00	5.00	15.00	2.54
I - 80.34%	Km 2+000- Km 4+000	0.00	5.00	15.00	2.54
I - 82.00%	Km 4+000- Km 6+000	0.00	5.00	15.00	2.54
I - 82.00%	Km 6+000- Km 8+000	0.00	5.00	15.00	2.54
I - 80.70%	Km 8+000- Km 09+240	0.00	5.00	15.00	2.54

Fuente: Elaboración propia.

Método del MTC: El Ministerio de Transportes en su manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, adoptó para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado la ecuación propuesta en el Método NAASRA (Nacional Association of Australian State Road Authorities), hoy AUSTROADS, que relaciona el valor soporte del suelo (C.B.R.) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

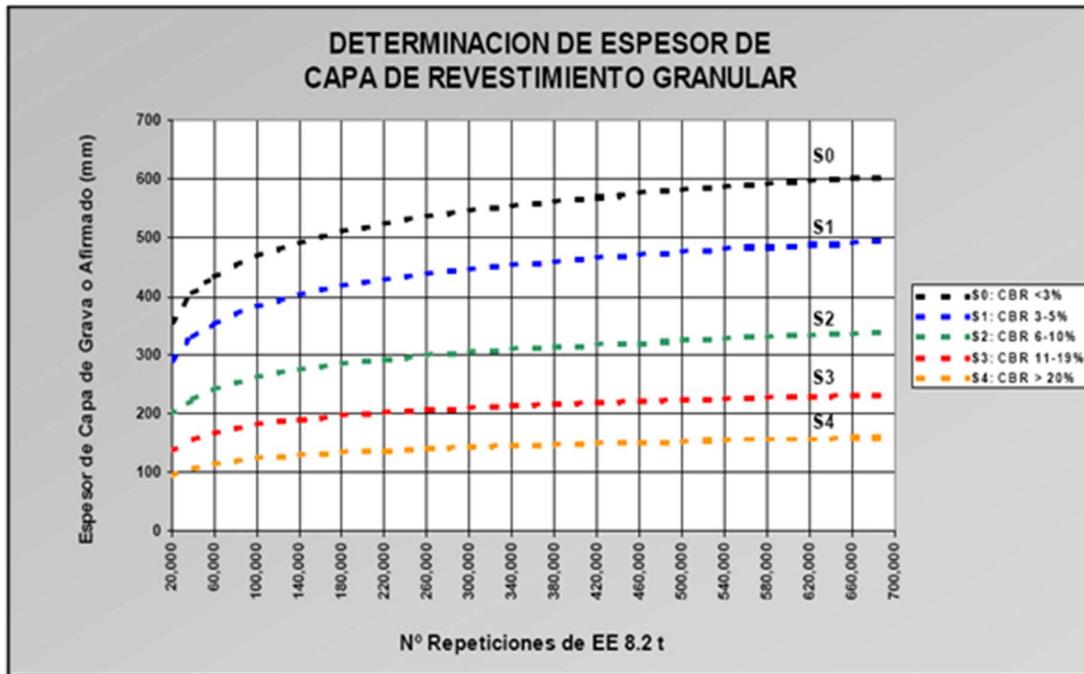
Donde:

e : Espesor de capa de Afirmado en mm

CBR : Valor de C.B.R. de la Subrasante

Nrep : Número de repeticiones de EE para el carril de Diseño.

Figura 14 – Determinación de espesor.



Fuente: Elaboración Propia.

Habiéndose efectuado los diseños de Espesores de bicapa de carretera utilizando las Metodologías recomendadas por la USACE y la recomendada por el MTC (National Association of Australian State Road Authorities – AUSTROADS) en base a los CBR de diseño y los EALs de acuerdo a la siguiente sectorización:

Tabla 22 – Sectorización de tramos.

SECTOR	C.B.R. (%)	EALs
Km. 0+000 - Km. 09+240	81.06	2.39E+04

Fuente: Elaboración propia.

Tenemos los siguientes espesores para cada metodología:

Tabla 23 – Espesores de bicapa por metodología.

Sector	Espesor (cm.)	
	USACE	MTC
Km. 0+000 - Km. 09+240	2.54	6.3

Fuente: Elaboración propia.

Observando que los valores obtenidos son próximos para cada sector se adoptará espesores en base a la tabla N°24:

Tabla 24 – Espesores de bicapa por metodología.

Sector	Espesor Adoptado (cm.)
Km. 0+000 - Km. 09+240	2.54

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

1.- De los resultados de la demanda del tránsito vehicular: El estudio de tráfico comprende la determinación de las características actuales y futuras del tráfico, estas características varían a lo largo de la carretera, existiendo tramos de características más o menos iguales llamados tramos.

Se determinó un (01) tramo a lo largo de la carretera que va desde PUENTE TINGO – HUANTAN en lo que se fijó la estación de estudio.

Para la definición de la estación, se realizaron las evaluaciones respectivas, donde los vehículos que ingresan retornan por la misma ruta de ingreso, observándose la homogeneidad del tráfico en cada uno de los tramos definidos de forma independiente. Motivo por el cual se proyectó una 01 estación de conteo de vehículos, y en el tramo de estación se ubicó el punto de conteo vehicular en el punto de llegada donde se encuentran la localidad conocida como Huantan.

Tabla 25 – Estaciones de control.

PUENTE TINGO – HUANTAN			J	V	S	D	L	M	M
Códig	Tramo	Ubicación	02	03	04	05	06	07	08
1. Volumen y clasificación vehicular (Fase campo)									
E1	Puente Tingo – Plaza Principal de	Puente Tingo	X	X	X	X	X	X	X
2. Encuesta OD									
OD1	Puente Tingo – Plaza Principal de Huantan	Puente Tingo	X	X	X				
3. Estudio De Carga									
Peso 1	Puente Tingo – Plaza Principal de Huantan	Puente Tingo				X	X	X	
4. Estudio Velocidad									
VI	Puente Tingo – Plaza Principal de Huantan	Tramo Principal	X	X	X				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 – Resultado de estudio de tráfico estación 1.

Información Actual		Periodo de diseño n=10 años	
Tráfico	IMDa=15 veh/día	Tráfico	IMDa= 17 veh/día
Velocidad Promedio de Operación			
Vehículos Ligeros	21 km/hr	Número de ejes Equivalentes N	2.39 x 10 ⁴ – Clase Tnp1.
Vehículos pesados	13 km/hr		

Fuente: Elaboración propia.

2.- De los resultados del estudio de mecánica de suelos: Se ha llevado a cabo con la finalidad de determinar las características del perfil estratigráfico del suelo de la sub rasante y las condiciones de la trocha carrozable desde el PUENTE TINGO – HUANTAN, ubicado en el distrito de Huantan, provincia de Yauyos, departamento de Lima.

Durante la Exploración en campo no se detectó el nivel de napa freática a lo largo del tramo.

Tabla 27 – Sectorización por CBR.

SECTOR I	
Progresivas	0+000-2+000 , 2+000-4+000 , 4+000-6+000 , 6+000-8+000 , 8+000-9+000 ,
Tipo de Suelo	Grava bien gradada, Grava Limosa, Grava Mal Gradada
CBRs al 95%	80.50%, 80.34%, 82.00%, 82.00%, 80.70%, 81.00%, 81.60%, 80.25%, 80.34%,80.10%,82.50%, 81.40% y 81.00%
Sub Rasante	Muy buena

Fuente: Elaboración propia.

El programa de exploración de campo llevado a cabo consistió en la ejecución de 05 calicatas excavadas de forma manual hasta 1.50 m de profundidad con respecto a la superficie actual de la carretera.

La superficie de rodadura se encuentra en un estado regular a malo con presencia de baches, escalaminados, ahuellamientos y hundimientos producidos por las constantes precipitaciones pluviales, donde las cunetas de tierra están llenas de vegetación a falta de mantenimiento rutinario por parte de los pobladores beneficiarios y por ello está en un proceso de deterioro en rapidez con la eliminación de material de lastrado y la socavación de plataforma.

3.- De los resultados del CBR de diseño adecuado: La capacidad de soporte de los suelos de Subrasante se han sectorizado de acuerdo a la tendencia de los valores de CBR, por lo que resulta un (01) solo sector bien definido de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 28 – CBR de diseño.

SECTORIZACIÓN	C.B.R. de Diseño
Km. 0+000 - Km. 09+240	81.06

Fuente: Elaboración propia.

4.- De los resultados del cálculo del espesor de la bicapa: En el diseño de la bicapa de la carretera se efectuó utilizando las Metodologías recomendadas por la USACE y el MTC, dando como resultado los siguientes espesores para cada una de ellas:

Tabla 29 – Resumen de cálculo de espesor de la bicapa.

Sector	Espesor (cm.)	
	USACE	MTC
Km. 0+000 - Km. 09+240	2.54	6.3

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- A. De acuerdo al objetivo general, se concluye que el diseño del espesor de la bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima, se efectuó utilizando las metodologías recomendadas por la USACE y el MTC, dando como resultado y adoptándose el espesor de la bicapa de 2.54cm.
- B. De acuerdo al primer objetivo específico, se concluye que de los resultados de conteo se aprecia que el volumen de tránsito total por semana es de 1699 vehículos, de los cuales los de mayor tránsito son los autos (490 vehículos/semana), seguido por las combis rurales (480 vehículos/semana) y el de menor tránsito son los buses y camiones de dos (2) ejes (16 y 15 vehículos/semana respectivamente).
- C. De acuerdo al segundo objetivo específico, se concluye que de los resultados obtenidos se tiene que la evaluación de los suelos de la plataforma existente, está conformada tanto por suelos granulares como por suelos finos. El primer estrato presenta suelos granulares tales como GW-GM, GP, GP, estos suelos presentan plasticidad (NP) o son bajos. Las humedades varían entre 3.5 % y 12.3 %. El segundo estrato está conformado por rocas sedimentarias, rocas fijas, difíciles de excavar. Encontramos sectores de estratos rocosos o bolonería. En cuanto a la capacidad de soporte de los suelos de subrasante se han sectorizado de acuerdo a la tendencia de los valores de CBR.
- D. De acuerdo al tercer objetivo específico, se concluye que de los resultados obtenidos se tiene que la metodología para determinar el CBR de Diseño para un tramo determinado es mediante el promedio de valores individuales, recomendado por la Metodología AASHTO, para un mejor criterio de diseño se puede eliminar los valores pico, tanto superior como inferior al promedio, habiéndose encontrado un CBR de diseño 81.06%.
- E. De acuerdo al cuarto objetivo específico, se concluye que de los resultados obtenidos se tiene que al determinar el espesor de bicapa mediante las

metodologías recomendadas por la USACE y el MTC, dando como resultado los espesores de 2.54cm (metodología USACE) y 6.30cm (metodología MTC), de la aplicación de ambas metodologías se ha adoptado el espesor de la bicapa de 2.54cm.

RECOMENDACIONES

1. El Tratamiento superficial bicapa no tiene aporte estructural, por lo que, no se le considera como un elemento individual sino como parte de una estructura y es posible asignar el trabajo solamente a los materiales granulares y disponer que el tratamiento superficial bicapa trabaje exclusivamente como protección.
2. En el caso de colocar una carpeta asfáltica en reemplazo del tratamiento superficial bicapa, los espesores de las capas granulares serán menores (si nos referimos a la misma estructura).
3. Se recomienda el empleo de materiales que cumplan con el manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción, ya que el empleo de materiales que no cumplan conlleva a un deterioro de cualquiera de los tratamientos superficiales, el cual se traduce en un gasto considerable sin mayores resultados y nos llevaría a la reconstrucción o rehabilitación de la vía.
4. Cuando se selecciona el tipo de mezcla para un proyecto, debe considerarse el peso y volumen de tráfico, la disponibilidad de los agregados, la localización y tamaño del proyecto, para diseñarse luego, la clase de mezcla que económicamente satisfaga más todos los requerimientos involucrados.
5. Las mezclas con emulsión requieren de mucho cuidado con la humedad que debe tener el agregado antes del mezclado con la emulsión. Demasiada agua puede producir un recubrimiento deficiente del agregado y en su defecto la falta de humedad en el agregado hará que este absorba el agua de la emulsión y producir un rompimiento prematuro de la emulsión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carbajal, T. (2018). Análisis del Nivel de Conservación de la Calzada de Afirmado del Tramo 0+000 km (San Juan Pampa) a 24+000 km (Salcachupan) Según la Calificación de Condición del MTC, Provincia y Región Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/802>
2. Chirinos, A., & Neyra, C, S, P., (2016). Mejoramiento a Nivel de Afirmado de la Trocha Carrozable del Tramo Recuaycito-Carretera Lucma-Distrito de Lucma, Provincia de Gran Chimú-La Libertad. Obtenido de <repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/20611>
3. Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera. (2006). La Carretera en la Sociedad del Siglo XXI. Obtenido de <https://www.aecarretera.com/Libro%20definitivo.pdf>
4. Dirección Caminos, F. (2017). DG-2014. Lima: Macro.
5. Dirección Caminos, F. (2017). Manual Carreteras DG-2014. Lima: Macro.
6. Dirección de Caminos, F. (2014). Manual de Carreteras DG-2014. Lima: Macro.
7. López, A., & Echeverry, A, C, A. (1999). Manual de Diseño Geométrico para Carreteras. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5313915.pdf>
8. Matos, V. (2018). Mejoramiento de la Capacidad de Soporte del Afirmado de la Carretera Bella-Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado-Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1359>
9. Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Volumen N° 2-Libro A, Norma para Estudios y Diseños Viales. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/.../01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.p.

10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). MANUAL DE CARRETERAS - MTC. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf
11. Ministerio de Transportes, c. (2008). Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito. Lima: Macro.
12. Morales, A. (2017). Diseño geométrico y Medición de Niveles de Servicio Esperado del Tramo Crítico de la Ruta N° LM-122. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8643>
13. Mozombite, T. (2018). Mejoramiento del Camino Vecinal (Desde el centro Poblado San José hasta el Caserío San Juan), A.H Ampliación San José II Etapa, Distrito de Yarinacocha-Coronel Portillo-Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1405>
14. MTC. (2015). DG-2014. Obtenido de <http://es.slideshare.net>
15. MTC. (2015). Diseño geométrico 2014. Obtenido de <http://es.slideshare.net>
16. MTC. (2015). Diseño Geométrico 2014. Obtenido de <http://es.slideshare.net>
17. MTC. (2015). Manual de Carreteras. Obtenido de <http://es.slideshare.net>
18. MTC. (2017). DG-2014. Lima: Macro.
19. MTC. (2017). Diseño Geométrico - 2014. Lima: macro.
20. MTC. (2017). Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014. Lima: Macro.
21. MTC. (2017). Manual Carreteras. Lima: Macro.
22. MTC. (2017). Manual de Carreteras. Lima: Macro.
23. MTC. (2017). Manual de Carreteras DG-2014. Lima: Macro.
24. MTC. (2017). Manual Diseño Geométrico 2014. Lima: Macro.
25. MTC. (s.f). Historia del MTC. Obtenido de <http://www..mtc.gob.pe>

26. MTC. (s.f.). Historia - MTC. Obtenido de <http://www.mtc.gob.pe/nosotros.html>
27. MTC-Perú. (s.f.). Historia mtc. Obtenido de <http://www.mtc.gob.pe>
28. Roncal, E. (2018). Diseño de la Trocha Carrozable San Juan-San Francisco-Tunal, Distrito y Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca. Obtenido de <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/1397>
29. Ticona, C., & Choque, M,P;A. (2016). Evaluación del Diseño Geométrico del Camino de Carga Pesada (Heavy Haul Road) Proyecto Minero las Bambas-Paquete 03. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3290>
30. Transportes, M. d. (s.f.). Historia-Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de <https://www.mtc.gob.pe/nosotros>
31. Transportes, M. (s.f.). Historia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de <http://mtc.gob.pe>

ANEXOS

ANEXO 01 – Matriz de consistencia.

ANEXO 02 – Panel fotográfico.

ANEXO 03 – Análisis de suelos.

ANEXO 04 – Planos.

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	II. OBJETIVO	III. HIPÓTESIS	IV: VARIABLES	V. METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo realizar el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cuál es el análisis de la demanda del tránsito vehicular de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?</p> <p>b) ¿Cuál es el resultado del estudio de mecánica de suelos de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?</p> <p>c) ¿Cómo determinar el CBR de diseño adecuado para el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Realizar el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICO</p> <p>a) Analizar de la demanda del tránsito vehicular de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.</p> <p>b) Realizar el estudio de mecánica de suelos de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.</p> <p>c) Determinar el CBR de diseño adecuado para el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima, se realizará de acuerdo a lo indicado en la R.D. N° 10-2014-MTC/14, 2014.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) El análisis de la demanda del tránsito vehicular de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima, será determinante para el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa.</p> <p>b) El estudio de mecánica de suelos, garantizará realizar un buen cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.</p> <p>c) El CBR de diseño adecuado para el cálculo de espesores para el tratamiento superficial bicapa,</p>	<p>VARIABLE 01:</p> <p>Tratamiento superficial bicapa.</p> <p>VARIABLE 02:</p> <p>Calculo de espesores.</p>	<p>METODO GENERAL: Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Descriptivo - explicativo</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACION: No experimental.</p>

<p>d) ¿Cómo determinar los espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima?</p>	<p>d) Determinar los espesores para el tratamiento superficial bicapa de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.</p>	<p>garantizará la duración de las condiciones de transitabilidad de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.</p> <p>d) El cálculo de los espesores para el tratamiento superficial bicapa, garantizará la duración de la estructura vial de la carretera vecinal PE-24 puente Tingo-Huantan, distrito de Huantan, Yauyos, Lima.</p>		
--	--	--	--	--

Anexo 02: Panel fotográfico



Inicio del Tramo con afirmado en estado de conservación regular (Km. 0+000)



Inicio del tramo y Ancho de Plataforma en Km. 0+000



Ancho de Plataforma y la vía en mal estado (ahuellamientos) en el Km. 1+000



Ancho de Plataforma y la vía presenta ahuellamientos en el Km. 2+000



Ancho de plataforma y presencia de Baches en el Km. 3+000 y Km. 4+000



Ancho de plataforma y suelo deformado con ahuellamiento y baches en el Km. 5+000 y Km. 6+000



Suelo deformado con ahuellamientos y baches en el Km. 7+000 y Km. 8+000



Suelo deformado con ahuellamientos y baches en el Km. 9+000 y Km. 09+240

Anexo 04 – ANALISIS DE SUELOS.



SOLICITANTE : MOYA ALCOCER, JOHN MAX
PROYECTO : "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-01, CARRETERA KM 01, COORD. N-8626176.96 E-408093.49
Muestra : M-1
Prof. (m) : 1.00 mts

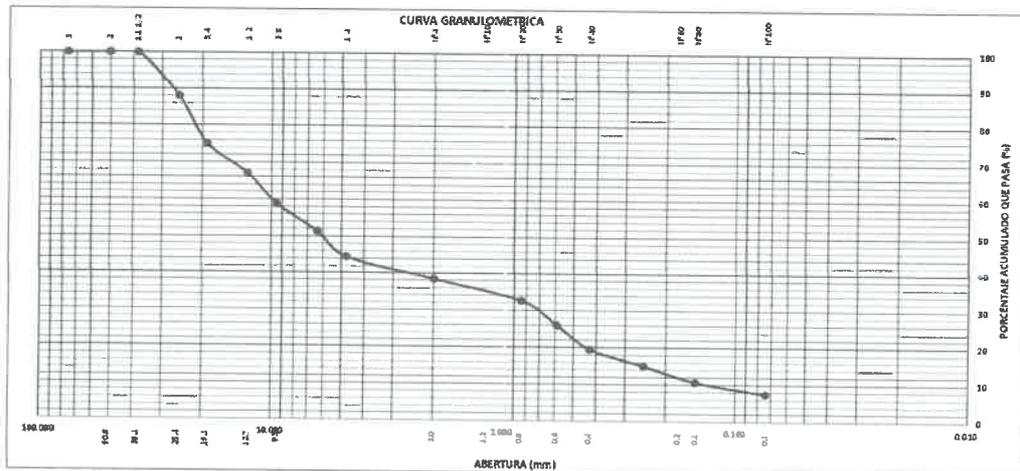
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	100.00
2"	50.300	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	100.00
1"	25.400	12.0	12.0	88.0
3/4"	19.050	13.0	25.0	75.0
1/2"	12.700	8.0	33.0	67.0
3/8"	9.525	8.2	41.2	58.8
1/4"	6.350	7.5	48.7	51.3
N°4	4.760	6.8	55.5	44.5
N°10	2.000	6.1	61.6	38.4
N°20	0.840	5.8	67.4	32.6
N°30	0.590	6.6	74.0	26.0
N°40	0.426	6.5	80.5	19.5
N°60	0.250	4.5	85.0	15.0
N°100	0.149	4.4	89.4	10.6
N°200	0.074	3.2	92.6	7.4
-N°200		7.4		

% grava	:	55.5
% arena	:	37.1
% finos	:	7.4

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LIMITE LIQUIDO (%)	:	NP
LIMITE PLASTICO (%)	:	NP
INDICE PLASTICO (%)	:	0.00

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : GW-GM
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-2-4(0)



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"

UBICACIÓN: **DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA**

FECHA : 10 DE JUNIO 2021

FECHA DE EXCAVACIÓN :

SOLICITANTE: MOYA ALCOCER, JOHN MAX

PROFUNDIDAD TOTAL (m) :

1.00 mts

MUESTRA:

GW-GM

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) :

N.P

CALICATA : **C-01, CARRETERA KM 01, COORD. N-8626176.96 E-408093.49**

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cartos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA								
				0.075	4.750							
				<	mm	mm	LL	I.P.	H.N.	Nº DE		
				0.075	a	a				MUESTRA		
			AASHTO	mm	4.750	75	%	%	%			
					mm	mm						
0.10		GRAVA BIEN GRADADA, CON NULA PLASTICIDAD, CON PRESENCIA DE ROCAS FRACTURADAS	GW-GM									
0.20												
0.30												
0.50												
0.70												
0.90												
1.10												
1.30												
1.50												
1.60												

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145414
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



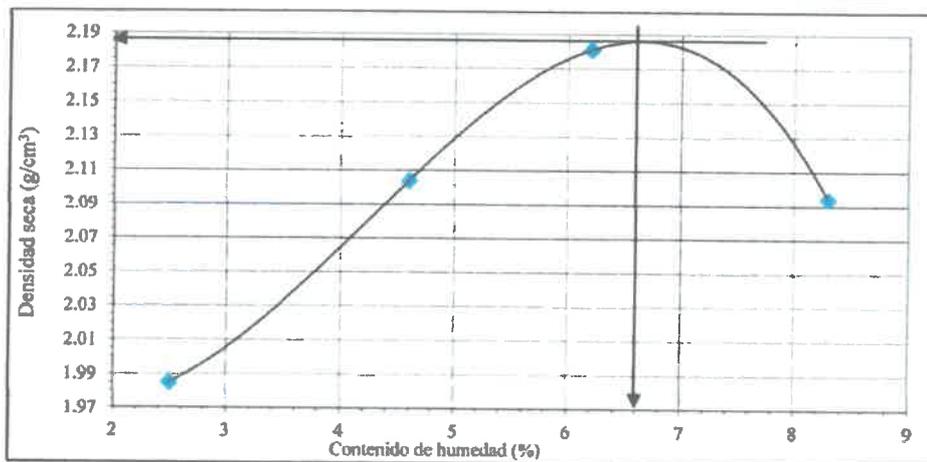
Peticionario : Moya Alcocer, John Max
Proyecto : "Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingo-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima.
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de Lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Método de ensayo Tipo "C"

Calicata : M-1 Carretera KM-01+00
Muestra : M-1
Profundidad (m) : 1.00 m

Máxima densidad seca : 2.186 g/cm³
Óptimo contenido de humedad : 6.6 %

% Contenido de humedad	2.5	4.6	6.2	8.3
Densidad seca (g/cm ³)	1.985	2.104	2.181	2.094



 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 15419
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Peticionario : Moya Alcocer, John Max
Proyecto : "Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingo-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima."
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Datos de la muestra:

Calicata : M-1 Carretera KM-01+00
Muestra : M-1
Profundidad (m) : 1.00 m

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado NTP 339.141

Máxima densidad seca : 2.186 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 6.6 %

b).- Compactación de moldes

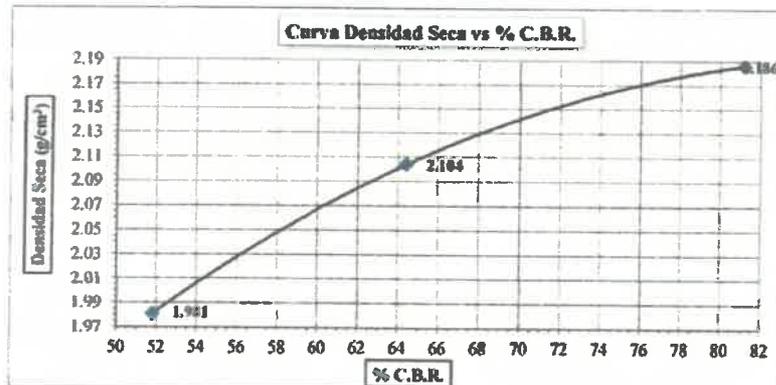
Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	2.186	2.104	1.981
Contenido de Humedad (%)	6.7	6.6	6.5

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.10	910	1000	91.0
II	0.10	644	1000	64.4
III	0.10	518	1000	51.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 91.0 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 80.5 %

d).- Expansión (%) : NO



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : MOYA ALCOGER, JOHN MAX
PROYECTO : "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-02, CARRETERA KM 03, COORD. N-8624972.74 E-409043.81
Muestra : M-2
Prof. (m) : 1.30 mts

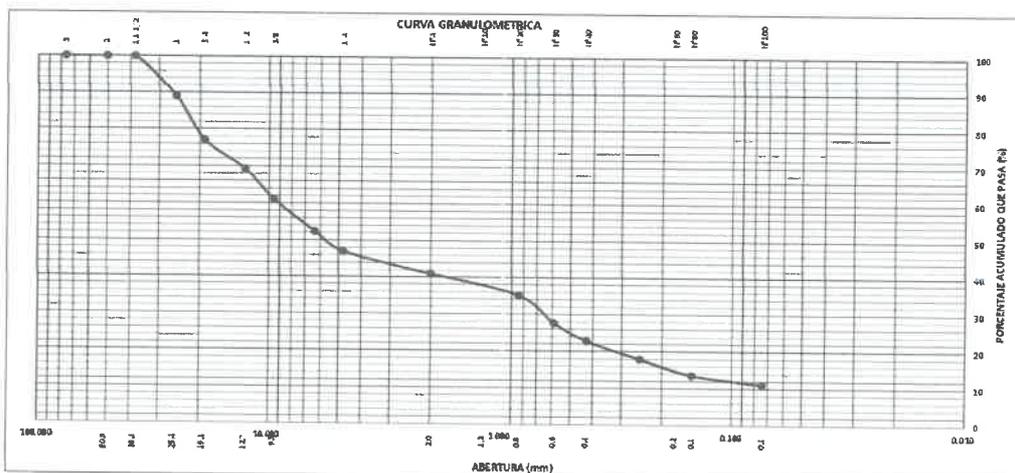
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	100.00
2"	50.300	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	100.00
1"	25.400	11.0	11.0	89.0
3/4"	19.050	12.0	23.0	77.0
1/2"	12.700	7.8	30.8	69.2
3/8"	9.525	8.2	39.0	61.0
1/4"	6.350	8.6	47.6	52.4
N°4	4.760	5.4	53.0	47.0
N°10	2.000	6.1	59.1	40.9
N°20	0.840	5.8	64.9	35.1
N°30	0.590	7.5	72.4	27.6
N°40	0.426	4.8	77.2	22.8
N°60	0.250	4.9	82.1	17.9
N°100	0.149	4.4	86.5	13.5
N°200	0.074	2.5	89.0	11.0
-N°200		11.0		

% grava :	53.0
% arena :	36.0
% finos :	11.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LIMITE LIQUIDO (%) :		NP
LIMITE PLASTICO (%) :		NP
INDICE PLASTICO (%) :		0.90

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **GM**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-2-4(0)**





PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"

UBICACIÓN: **DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA**

FECHA : 10 DE JUNIO 2021

FECHA DE EXCAVACIÓN :

SOLICITANTE: MOYA ALCOCER, JOHN MAX

PROFUNDIDAD TOTAL (m) :

1.00 mts

MUESTRA:

GM

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) :

N.P

CALICATA : **C-02, CARRETERA KM 03, COORD. N-8624972.74 E-409043.81**

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA								
				0.075	4.750							
				<	mm	mm	L.L.	I.P.	H.N.	Nº DE		
			AASHTO	0.075	a	a					MUESTRA	
				mm	4.750	75	%	%	%			
						mm	mm					
0.10		GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO, DE COLOR MARRON CLARO Y PRESENCIA DE ROCA.	GM									
0.20												
0.30												
0.50												
0.70												
0.90												
1.10												
1.30												
1.50												
1.60												

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y OBSERVACION



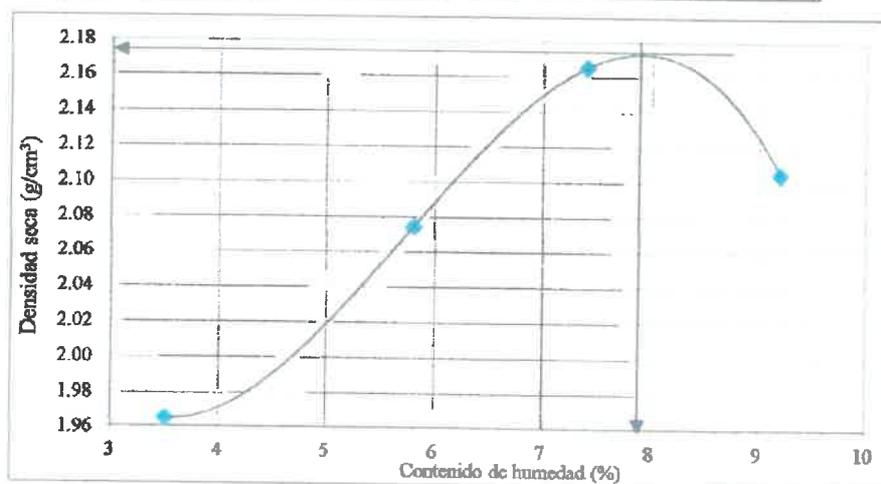
Peticionario : Moya Alcocer, John Max
Proyecto : "Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingo-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima.
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Método de ensayo Tipo "C"

Calicata : M-2 Carretera KM-03+00
Muestra : M-2
Profundidad (m) : 1.30 m

Máxima densidad seca : 2.173 g/cm³
Óptimo contenido de humedad : 7.9 %

% Contenido de humedad	3.5	5.8	7.4	9.2
Densidad seca (g/cm ³)	1.965	2.074	2.165	2.105



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO, CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Peticionario : Moya Alcocer, John Max
Proyecto : "Cálculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingó-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima.
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de Lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Datos de la muestra:

Calicata : M-2 Carretera KM-03+00
Muestra : M-2
Profundidad (m) : 1.30 m

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado N.T.P. 339.141

Máxima densidad seca : 2.173 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 7.9 %

b).- Compactación de moldes

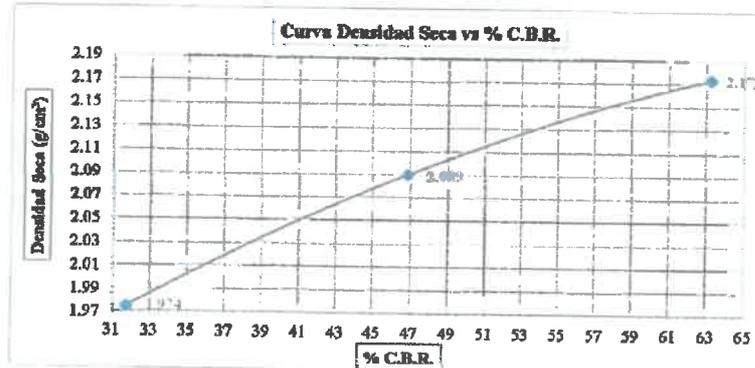
Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	2.173	2.089	1.974
Contenido de Humedad (%)	8.0	7.9	7.8

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.10	945	1000	94.5
II	0.10	468	1000	46.8
III	0.10	317	1000	31.7

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 94.5 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 80.34 %

d).- Expansión (%) : NO



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : MOYA ALCOCER, JOHN MAX
PROYECTO : "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-03, CARRETERA KM 05, COORD. N-8624972.736 E-410098.93
Muestra : M-3
Prof. (m) : 1.10 mts

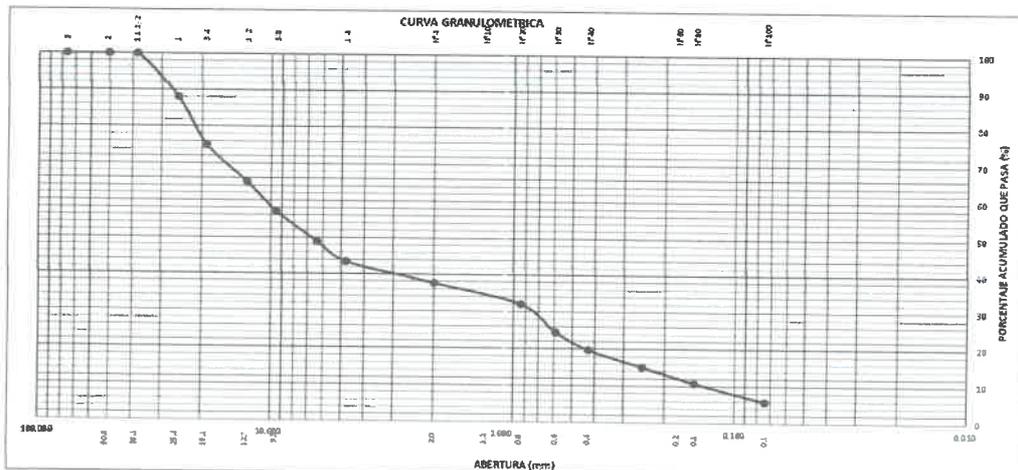
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial (%)	Acumulado (%)	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	100.00
2"	50.300	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	100.00
1"	25.400	12.0	12.0	88.0
3/4"	19.050	13.0	25.0	75.0
1/2"	12.700	10.0	35.0	65.0
3/8"	9.525	7.9	42.9	57.1
1/4"	6.350	8.2	51.1	48.9
N°4	4.760	5.4	56.5	43.5
N°10	2.000	5.9	62.4	37.6
N°20	0.840	5.6	68.0	32.0
N°30	0.590	7.6	75.6	24.4
N°40	0.426	4.7	80.3	19.7
N°60	0.250	4.6	84.9	15.1
N°100	0.149	4.4	89.3	10.7
N°200	0.074	5.0	94.3	5.7
-N°200		5.7		

% grava :	56.5
% arena :	37.8
% finos :	5.7

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%) :	NP
LIMITE PLASTICO (%) :	NP
INDICE PLASTICO (%) :	0.00

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **GM**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-2-4(0)**



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSORBENTE TECNICO CP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"

UBICACIÓN: **DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA**

FECHA : 10 DE JUNIO 2021

FECHA DE EXCAVACIÓN :

SOLICITANTE: MOYA ALCOCER, JOHN MAX

PROFUNDIDAD TOTAL (m) :

1.00 mts

MUESTRA:

GW-GM

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) :

N.P

CALICATA : **C-03, CARRETERA KM 05, COORD. N-8624972.736 E-410098.93**

PRDF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA							
				0.075	4.750						
				<	mm	mm	L.L.	I.P.	H.N.	N° DE	
			AASHTO	0.075	a	a					MUESTRA
				mm	4.750	75	%	%	%		
						mm	mm				
0.10		GRAVA BIEN GRADADA, CON NULA PLASTICIDAD, CON PRESENCIA DE ROCAS FRACTURADAS Y PRESENCIA DE	GW-GM								M-3
0.20											
0.30											
0.50											
0.70											
0.90											
1.10											
1.30											
1.50											
1.60											

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO 07145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



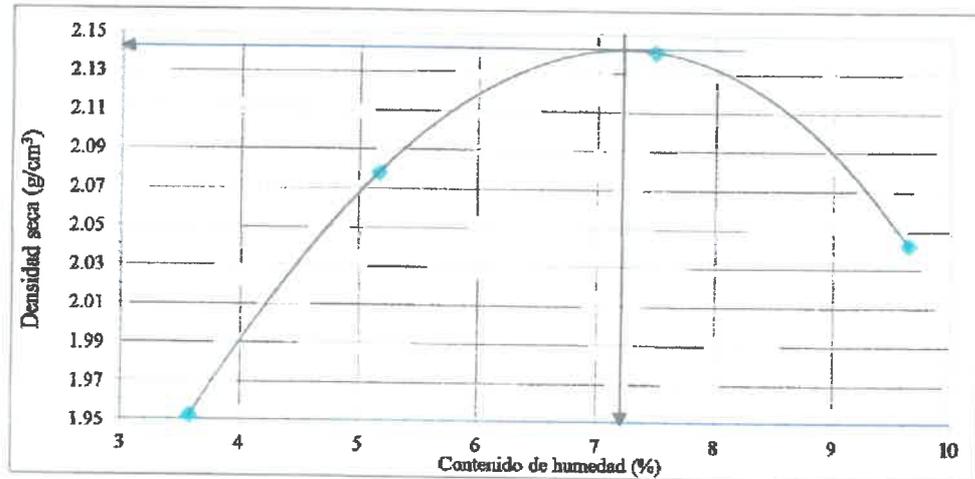
Peticionario : Moya Alcocer, John Max
Proyecto : "Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingo-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima.
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Método de ensayo Tipo "C"

Calicata : M-3 Carretera KM-05+00
Muestra : M-3
Profundidad (m) : 1.10 m

Máxima densidad seca : 2.142 g/cm³
Óptimo contenido de humedad : 7.2 %

% Contenido de humedad	3.6	5.2	7.5	9.6
Densidad seca (g/cm ³)	1.952	2.078	2.141	2.042



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Peticionario : Moya Alcocer John Max
Proyecto : "Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingó-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima.
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Datos de la muestra:

Calicata : M-3 Carretera KM-05+00
Muestra : M-3
Profundidad (m) : 1,10 m

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado N.T.P. 339.141

Máxima densidad seca : 2.142 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 7.2 %

b).- Compactación de moldes

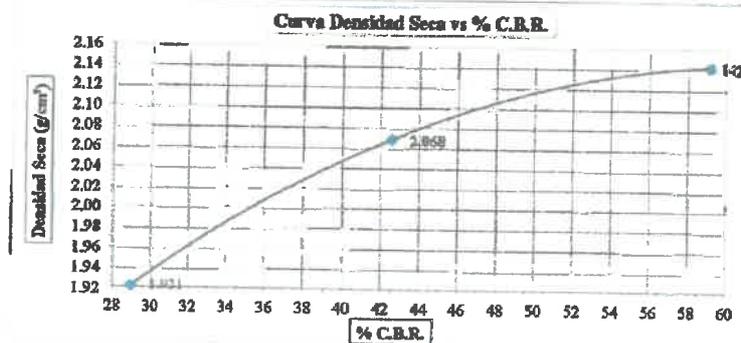
Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	2.142	2.068	1.921
Contenido de Humedad (%)	7.3	7.2	7.1

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.10	918	1000	91.8
II	0.10	425	1000	42.5
III	0.10	289	1000	28.9

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 91.8 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 82.0 %

d).- Expansión (%) : NO



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO OF MSAYS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA



SOLICITANTE : **MOYA ALCOCER, JOHN MAX**
 PROYECTO : **"CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"**
 UBICACIÓN : **DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA**
 FECHA : **10 DE JUNIO DEL 2021**

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : **C-04, CARRETERA KM 07, COORD. N-8624306.96 E-411272.84**
 Muestra : **M-4**
 Prof. (m) : **1.30 mts**

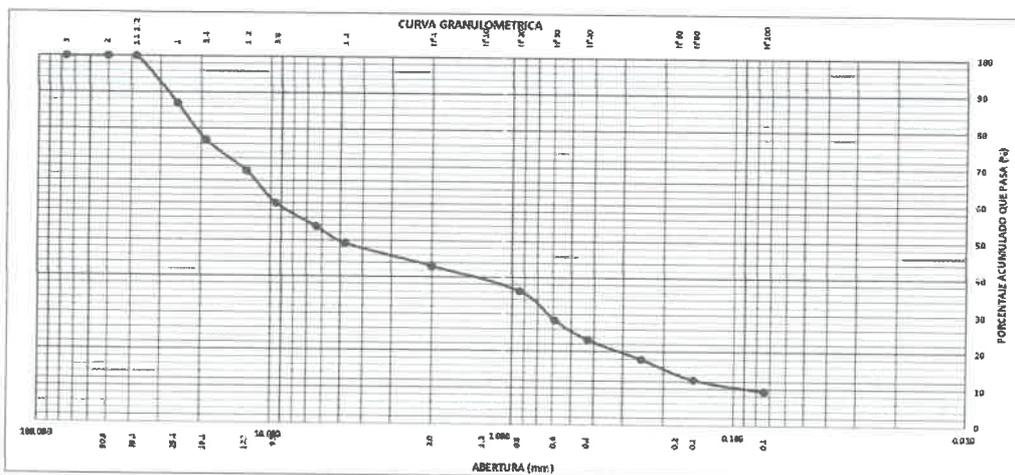
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	100.00
2"	50.300	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	100.00
1"	25.400	13.0	13.0	87.0
3/4"	19.050	10.0	23.0	77.0
1/2"	12.700	8.4	31.4	68.6
3/8"	9.525	8.6	40.0	60.0
1/4"	6.350	6.3	46.3	53.7
N°4	4.750	4.5	50.8	49.2
N°10	2.000	6.1	56.9	43.1
N°20	0.840	6.8	63.7	36.3
N°30	0.590	7.9	71.6	28.4
N°40	0.425	5.2	76.8	23.2
N°60	0.250	5.3	82.1	17.9
N°100	0.149	5.5	87.6	12.4
N°200	0.074	3.1	90.7	9.3
-N°200		9.3		

% grava	: 50.8
% arena	: 39.9
% finos	: 9.3

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: 21.00
LIMITE PLASTICO (%)	: NP
INDICE PLASTICO (%)	: 0.00

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **GM**
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-2-4(0)**





PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"

UBICACIÓN: DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA

FECHA : 10 DE JUNIO 2021

FECHA DE EXCAVACIÓN :

SOLICITANTE: MOYA ALCOCER, JOHN MAX

PROFUNDIDAD TOTAL (m) :

1.00 mts

MUESTRA:

GM

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) :

N.P

CALICATA : C-04, CARRETERA KM 07, COORD. N-8624306.96 E-411272.84

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA							
				0.075	4.750						
				<	mm	mm	L.L.	I.P.	H.M.	N° DE	
			AASHTO	0.075	a	a					MUESTRA
				mm	4.750	75	%	%	%		
						mm	mm				
0.10		GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO, DE COLOR MARRON CLARO Y PRESENCIA DE ROCA.	GM								M-4
0.20											
0.30											
0.50											
0.70											
0.90											
1.10											
1.30											
1.50											
1.60											

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145419
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEODINAMICA



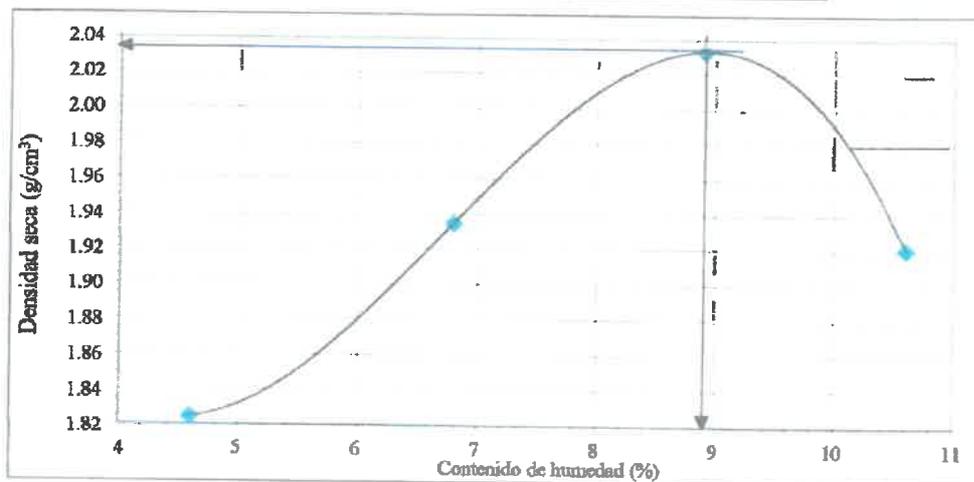
Peticionario : Moya Alcocer, John Max
Proyecto : "Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingo-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima.
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Método de ensayo Tipo "C"

Calicata : M-4 Carretera KM-07+00
Muestra : M-4
Profundidad (m) : 1.30 m

Máxima densidad seca : 2.033 g/cm³
Óptimo contenido de humedad : 8.9 %

% Contenido de humedad	4.6	6.8	8.9	10.6
Densidad seca (g/cm ³)	1.825	1.935	2.033	1.921



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 146418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Peticionario : Moya Alcocer, John Max
 Proyecto : *Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingo-Huantan, Distrito de Huantan, Yauyos, Lima.
 Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de Lima
 Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Datos de la muestra:

Calicata : M-4
 Muestra : M-4 Carretera KM-07+00
 Profundidad (m) : 1.30 m

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado N.T.P. 339.141

Máxima densidad seca : 2.033 g/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad : 8.9 %

b).- Compactación de moldes

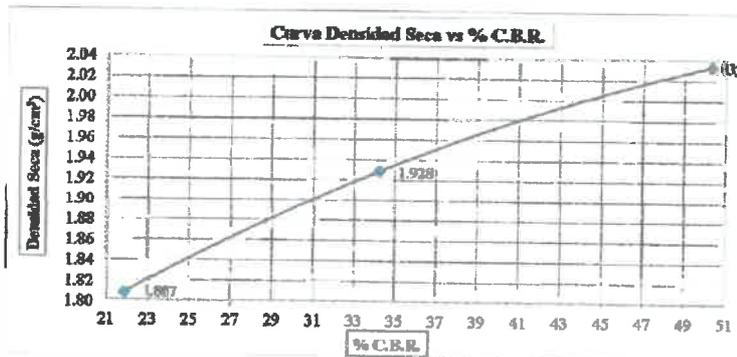
Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	2.033	1.928	1.807
Contenido de Humedad (%)	9.0	8.9	8.8

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.10	925	1000	92.5
II	0.10	342	1000	34.2
III	0.10	218	1000	21.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 92.5 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 82.0 %

d).- Expansión (%) : NO



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CP 185410
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : MOYA ALCOCER, JOHN MAX
PROYECTO : "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-05, CARRETERA KM 09, COORD. N-8622940.99 E-411643.20
Muestra : M-5
Prof. (m) : 1.00 mts

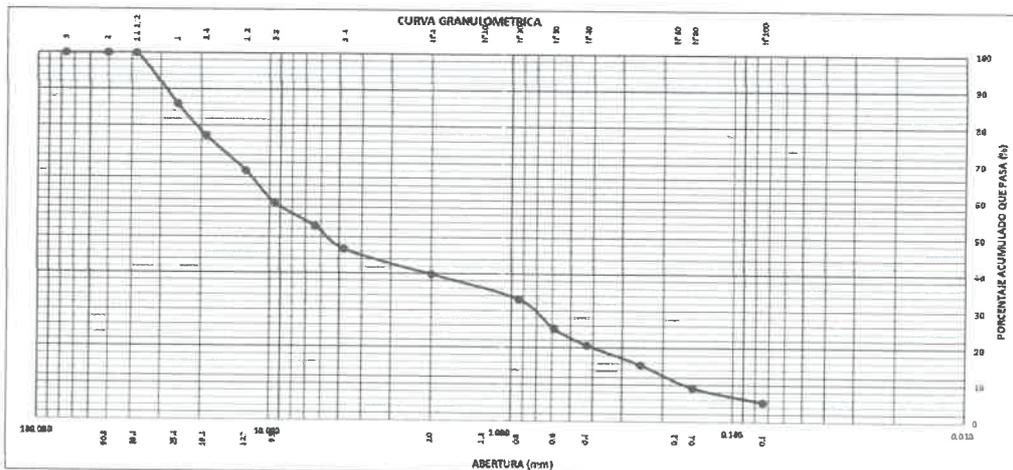
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	100.00
2"	50.300	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	100.00
1"	25.400	14.0	14.0	86.0
3/4"	19.050	8.6	22.6	77.4
1/2"	12.700	9.6	32.2	67.8
3/8"	9.525	8.6	40.8	59.2
1/4"	6.350	6.3	47.1	52.9
N°4	4.750	6.2	53.3	46.7
N°10	2.000	6.9	60.2	39.8
N°20	0.840	6.7	66.9	33.1
N°30	0.590	7.9	74.8	25.2
N°40	0.425	4.5	79.3	20.7
N°60	0.250	5.3	84.6	15.4
N°100	0.149	6.2	90.8	9.2
N°200	0.074	3.9	94.7	5.3
-N°200		5.3		

% grava	: 53.3
% arena	: 41.4
% finos	: 5.3

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: 19.00
LIMITE PLASTICO (%)	: NP
INDICE PLASTICO (%)	: 0.00

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **GM**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-2-4(0)**





PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: "CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA"

UBICACIÓN: **DISTRITO DE HUANTAN- PROVINCIA YAUYOS- DEPARTAMENTO LIMA**

FECHA : 10 DE JUNIO 2021

FECHA DE EXCAVACIÓN :

SOLICITANTE: MOYA ALCOGER, JOHN MAX

PROFUNDIDAD TOTAL (m) :

1.00 mts

MUESTRA:

GM

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) :

N.P

CALICATA : **C-05, CARRETERA KM 09, COORD. N-8622940.99 E-411643.20**

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA										
				0.075	4.750									
				<	mm	mm	L.L.	LP.	H.N.	N° DE				
			AASHTO	0.075	a	a						MUESTRA		
				mm	4.750	75	%	%	%					
						mm	mm							
0.10		GRAVA LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO, DE COLOR MARRON OSCURO Y PRESENCIA DE ROCA.	GM											
0.20														
0.30														
0.50														
0.70														
0.90														
1.10														
1.30														
1.50														
1.60														

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABEROR TECNICO, CP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Peticionario : Moya Alcocer, John Max
Proyecto : "Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingó-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima."
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

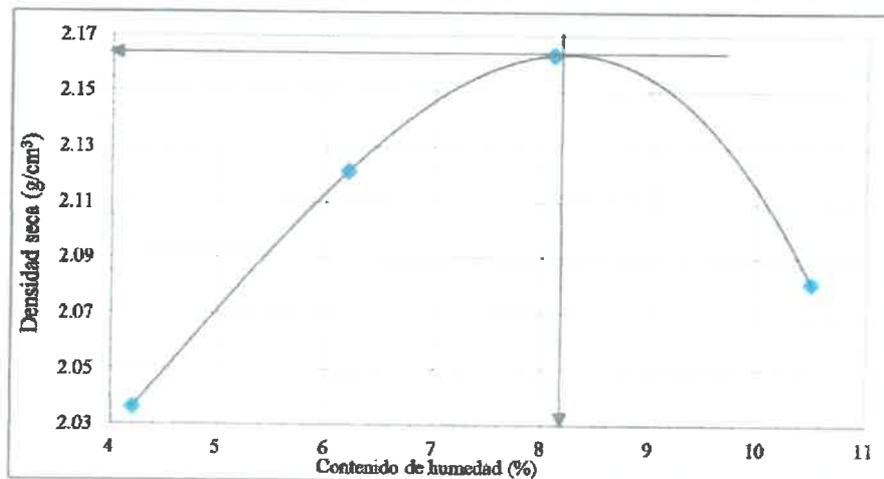
Método de ensayo Tipo "C"

Calicata : M-5 Carretera KM-09+00

Muestra : M-5
Profundidad (m) : 1.00 m

Máxima densidad seca : 2.164 g/cm³
Óptimo contenido de humedad : 8.2 %

% Contenido de humedad	4.2	6.2	8.1	10.5
Densidad seca (g/cm ³)	2.036	2.121	2.163	2.081



 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSORBENTE TECNICO CP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Peticionario : Moya Alicocer, John Max
Proyecto : "Calculo De Espesores Para El tratamiento Superficial Bicapa De La Carretera Vecinal PE-24 Puente Tingo-Huantan, Distrito de Huantan Yauyos, Lima".
Ubicación : Distrito de Huantan-provincia Yauyos-Departamento de lima
Fecha de emisión : 10 de junio del 2021

Datos de la muestra:

Calicata : M-5 Carretera KM-09+00
Muestra : M-5
Profundidad (m) : 1.00 m

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado N.T.P. 339.141

Máxima densidad seca : 2.164 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad : 8.2 %

b).- Compactación de moldes

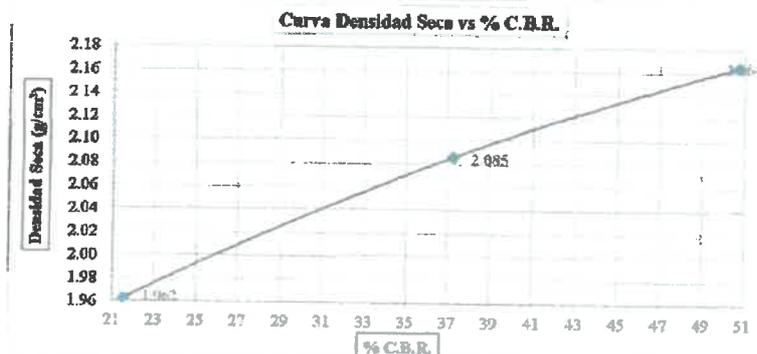
Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	2.164	2.085	1.962
Contenido de Humedad (%)	8.3	8.2	8.1

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.10	924	1000	92.4
II	0.10	372	1000	37.2
III	0.10	215	1000	21.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 92.4 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 80.70 %

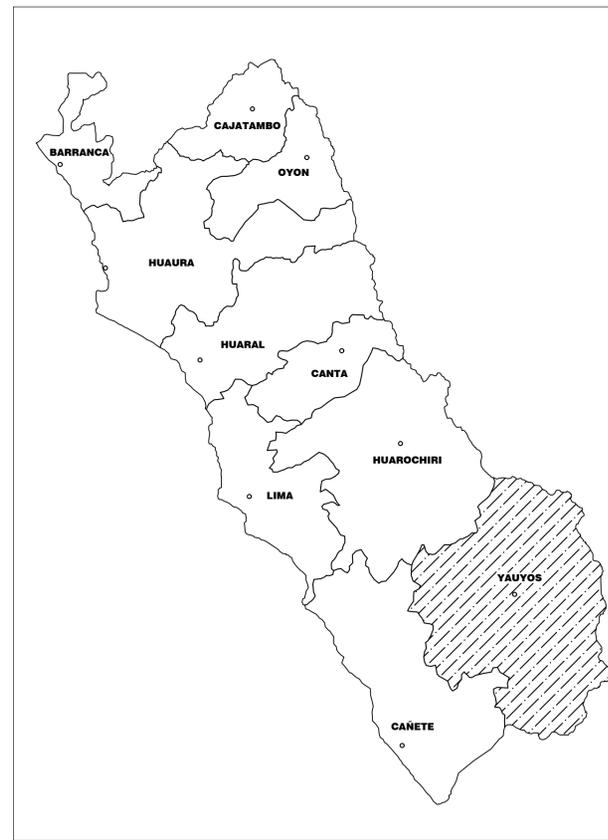
d).- Expansión (%) : NO



Anexo 04 – PLANOS.



MAPA POLITICO DEL PERU



MAPA PROVINCIAL



MAPA DISTRITAL



UBICACION DEL PROYECTO

CONSULTOR :
MOYA ALCO CER,JOHN MAX

Departamento: Lima
Provincia: Yauyos
Distritos: Huantán
Lugar: Puente Tingo-Huantán

Fecha: Mayo - 2021
Escala: Indicada

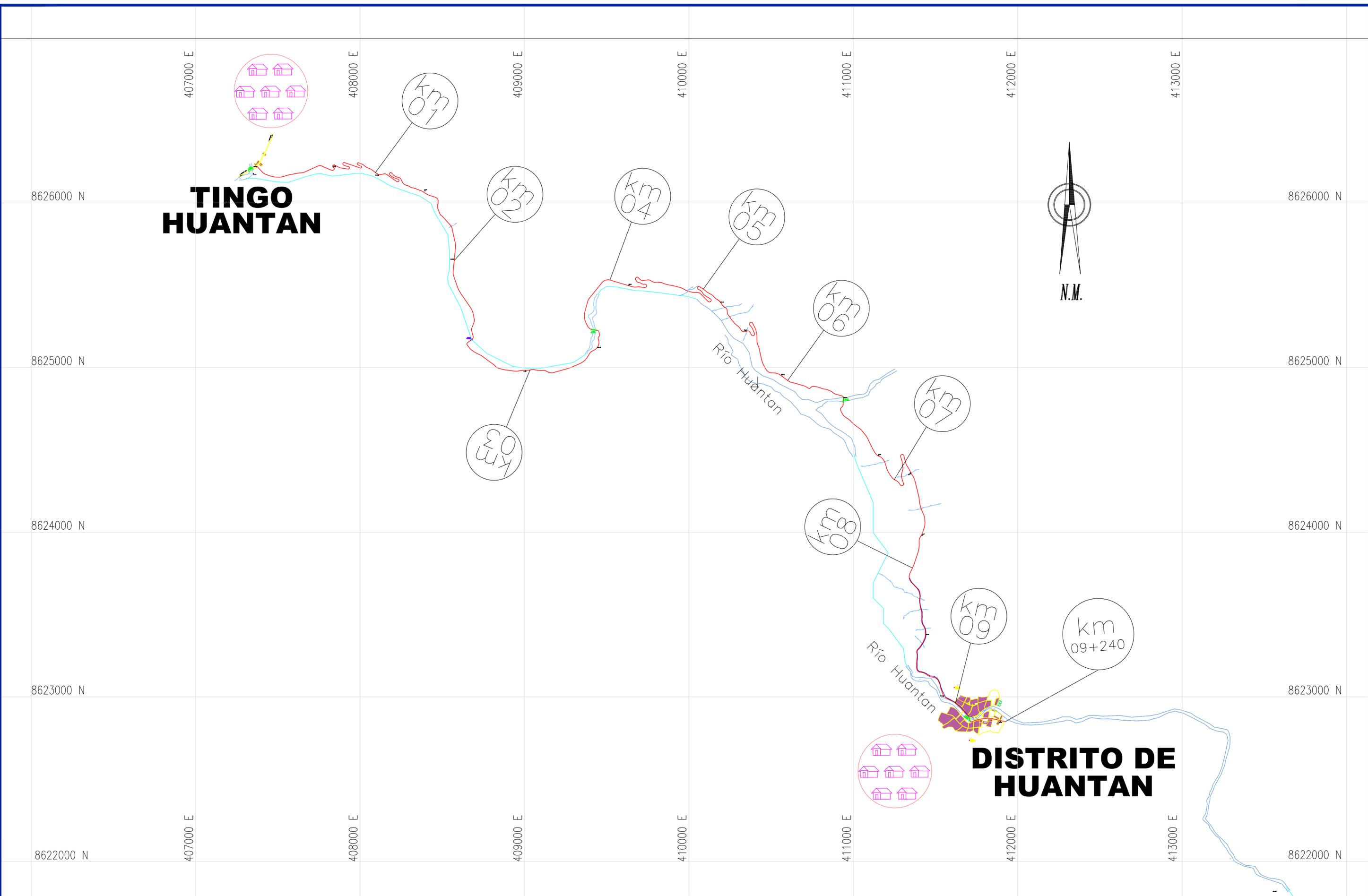
Jefe de Proyecto: BACH. MOYA ALCO CER,JOHN MAX
Especialista :
Revision :
Dibujo:

Codigo de Lámina: N° de Lámina:
UG 01

Título del Proyecto:
CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA.

Plano:
UBICACION GEOGRAFICA
Tramo: Puente Tingo-Huantán

Codigo de Inversion Nro:



CONSULTOR :
MOYA ALCO CER,JOHN MAX
 PROYECTISTA DEL ESTUDIO

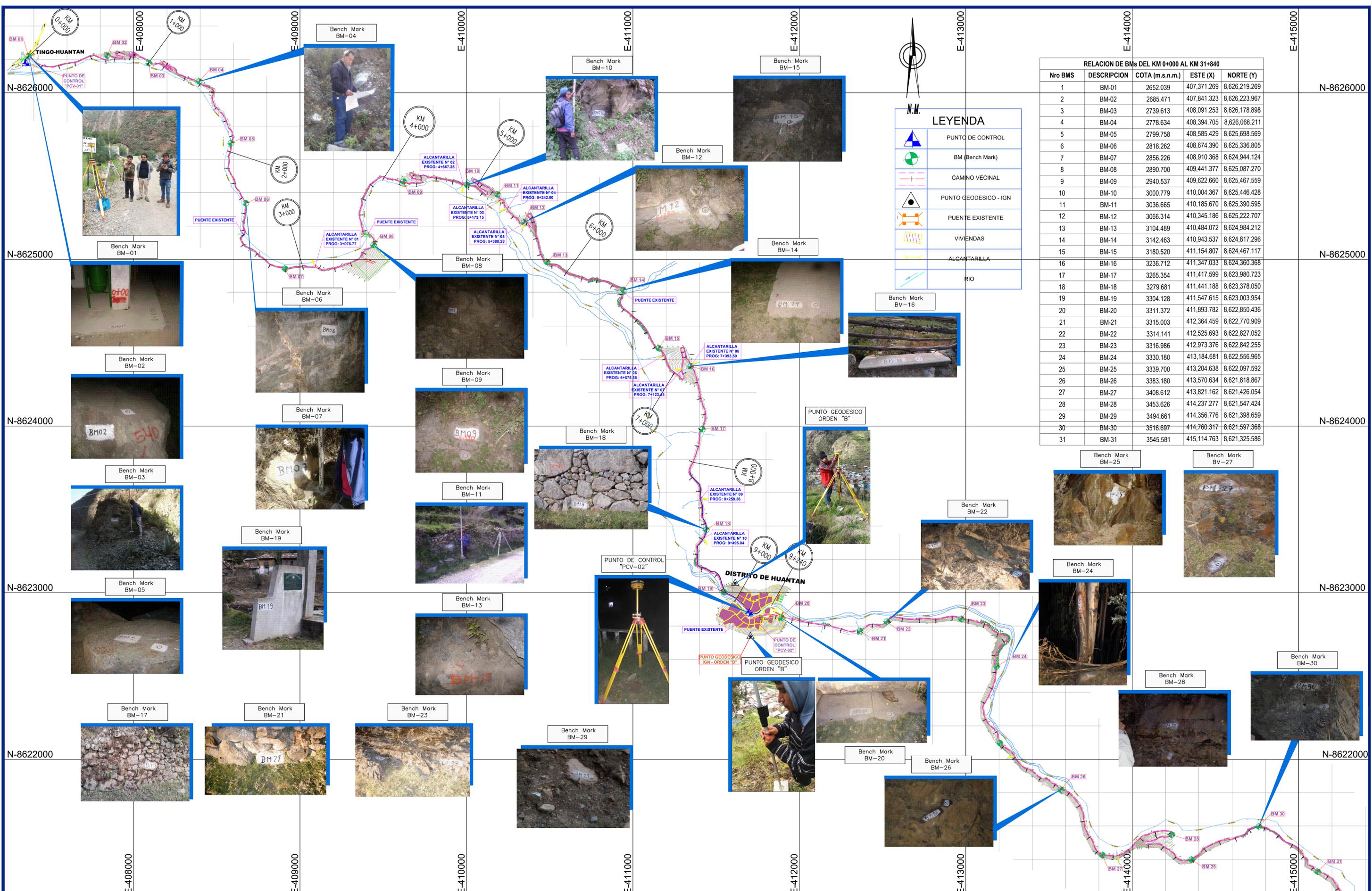
Departamento: Lima	Fecha: Mayo - 2021
Provincia: Yauyos	Escala: 1/40,000
Distritos: Huantan	
Lugar: Puente Tingo-Huantan	

Jefe de Proyecto: BACH. MOYA ALCO CER,JOHN MAX
Especialista :
Revision :
Dibujo: J.MA

Codigo de Lámina: N° de Lámina:
PC 01

Título del Proyecto:
CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA.

PLANO CLAVE
 Tramo: Puente Tingo-Huantan
 Km 0+000 al Km 09+240
 Codigo de Inversion Nro:



RELACION DE BMS DEL KM 0+000 AL KM 31+840				
Nro BMS	DESCRIPCION	COTA (m.s.n.m.)	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	BM-01	2652.039	407,371.269	8,626,219.269
2	BM-02	2685.471	407,841.323	8,626,223.967
3	BM-03	2739.613	408,091.253	8,626,178.898
4	BM-04	2778.634	408,394.705	8,626,068.211
5	BM-05	2799.758	408,585.429	8,625,698.569
6	BM-06	2818.262	408,674.390	8,625,336.805
7	BM-07	2856.226	408,910.368	8,624,944.124
8	BM-08	2890.700	409,441.377	8,625,087.270
9	BM-09	2940.537	409,622.660	8,625,467.559
10	BM-10	3000.779	410,004.367	8,625,446.428
11	BM-11	3036.665	410,185.670	8,625,390.595
12	BM-12	3066.314	410,345.186	8,625,222.707
13	BM-13	3104.489	410,484.072	8,624,984.212
14	BM-14	3142.463	410,943.537	8,624,817.296
15	BM-15	3180.520	411,154.807	8,624,467.117
16	BM-16	3236.712	411,347.033	8,624,360.368
17	BM-17	3265.354	411,417.599	8,623,980.723
18	BM-18	3279.681	411,441.188	8,623,378.050
19	BM-19	3304.128	411,547.615	8,623,003.954
20	BM-20	3311.372	411,893.782	8,622,850.436
21	BM-21	3315.003	412,364.459	8,622,770.909
22	BM-22	3314.141	412,525.693	8,622,827.052
23	BM-23	3316.986	412,973.376	8,622,842.255
24	BM-24	3330.180	413,184.681	8,622,556.965
25	BM-25	3339.700	413,204.638	8,622,097.592
26	BM-26	3383.180	413,570.634	8,621,818.867
27	BM-27	3408.612	413,821.162	8,621,426.054
28	BM-28	3453.626	414,237.277	8,621,547.424
29	BM-29	3494.661	414,356.776	8,621,398.659
30	BM-30	3516.697	414,760.317	8,621,597.368
31	BM-31	3545.581	415,114.763	8,621,325.586

CONSULTOR :
MOYA ALCOCER,JOHN MAX
 PROYECTISTA DEL ESTUDIO

Departamento: Lima
 Provincia: Yauyos
 Distritos: Huantan
 Lugar: Puente Tingo-Huantan

Fecha: Mayo - 2021
 Escala: 1/10000

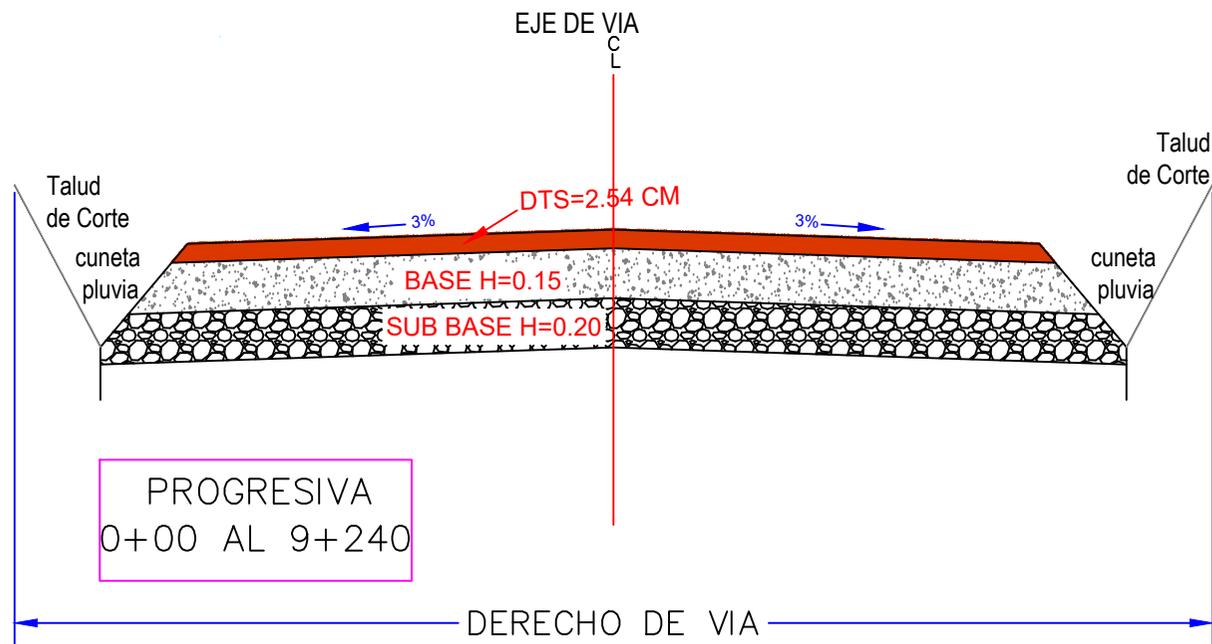
Jefe de Proyecto: BACH.MOYA ALCOCER,JOHN MAX
 Especialista :
 Revision :
 Dibujo: J.M.A

Codigo de Lámina: N° de Lámina:
PT 01

Título del Proyecto:
CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA.

Plano:
TOPOGRAFICO
 Tramo: Puente Tingo-Huantan
 Km 0+000 al Km 09+240

Codigo de Inversion Nro:



DETALLE SECCION DE VIA

ESC: 1/20

CONSULTOR :
MOYA ALCOCER, JOHN MAX

Departamento: Lima
Provincia: Yauyos
Distrito: Huantan
Lugar: Puente Tingo-Huantan

Fecha: Mayo - 2021
Escala: Indefinida
Especialista:
Revisor:
Dibujador:

Código de Lámina:
N° de Lámina:
SV 01

Título del Proyecto:
CALCULO DE ESPESORES PARA EL TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA DE LA CARRETERA VECINAL PE-24 PUENTE TINGO-HUANTAN, DISTRITO DE HUANTAN, YAUYOS, LIMA.

Plano:
DETALLE SECCION VIA
Tramo: Puente Tingo-Huantan

Código de Inmersión No: