



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93
en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Ramos Quispe, Segundo Brayan (orcid.org/0000-0003-4011-1840)

Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue (orcid.org/0000-0001-7553-331X)

ASESORA:

Dra. Panduro Alvarado, Elka (orcid.org/0000-0003-4866-8707)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

TRUJILLO - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo de investigación a Dios, por el privilegio de estar con vida y poder cumplir con nuestras metas trazadas.

A nuestros padres y familiares por siempre estar a nuestro lado respaldándonos en todo momento, los cuales nos educaron con valores para caminar por el sendero del bien.

A nuestros profesores, en especial a la Dra. Panduro Alvarado Elka, por apoyarnos en este proceso del desarrollo de la tesis y con ello terminar esta etapa universitaria.

Agradecimiento

A nuestro centro universitario la Universidad César Vallejo y a los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por permitirnos estar en sus aulas y formarnos como buenos profesionales.

A cada uno de nuestros padres, familiares y amigos por permanecer a nuestro lado ofreciéndonos su apoyo permanente, sus consejos y motivaciones que fue un buen soporte para poder culminar esta difícil etapa de nuestras vidas, muchas gracias a todos ellos.

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Índice de planos	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1. Instrumentos y validaciones.	16
Tabla 2. Puntos ubicados en la avenida 4.....	19
Tabla 3. Puntos BM (cambios de puntos de vuelo en la avenida 4).....	23
Tabla 4. Cantidad de calicatas realizadas en la avenida 4.....	24
Tabla 5. Análisis granulométrico.	24
Tabla 6. Límite líquido.	25
Tabla 7. Límite plástico.	25
Tabla 8. Contenido de humedad.	26
Tabla 9. Gravedad específica.....	26
Tabla 10. Ensayo de compactación.	27
Tabla 11. California Bearing Ratio (CBR).....	27
Tabla 12. Conteo vehicular y clasificación de vehículos.	28
Tabla 13. Índice Medio Diario en la avenida 4.....	30
Tabla 14. Índice Medio Diario Semanal en la avenida 4.	31
Tabla 15. Índice Medio Diario Anual en la avenida 4.	32
Tabla 16. Demanda proyectada para el 2042.	34
Tabla 17. Factores de crecimiento acumulado (Fca).	34
Tabla 18. Cantidad de Ejes Equivalentes.....	35
Tabla 19. Características de vehículo de diseño.....	36
Tabla 20. Valor del SN3.	39
Tabla 21. Valor del SN2.	40
Tabla 22. Valor del SN1.	41
Tabla 23. Grosos del pavimento.	44

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1. Variación horaria de automóviles en la avenida 4.	29
Gráfico 2. Cantidad de automóviles por día en la avenida 4.	30
Gráfico 3. Porcentaje de automóviles por semana en la avenida 4.....	31
Gráfico 4. Cantidad de automóviles transitados por año en la avenida 4.....	32
Gráfico 5. Composición del tráfico por año en la avenida 4.	33
Figura 1. Ecuación de diseño del pavimento flexible.....	10
Figura 2. Fotogrametría de la avenida 4.	19
Figura 3. Cifra de calicatas para el reconocimiento del suelo.	23
Figura 4. Zona donde se encuentra ubicado el proyecto.	28
Figura 5. Radios mínimos.....	36
Figura 6. Porcentaje de bombeo.	37
Figura 7. Datos del Número Estructural.	39
Figura 8. Resultado del ábaco de diseño para el SN3.	40
Figura 9. Resultado del ábaco de diseño para el SN2.	40
Figura 10. Resultado del ábaco de diseño para el SN1	41

Índice de planos

Plano 1. Ubicación.	119
Plano 2. Catastro.....	120
Plano 3. Ubicación de las calicatas.	121
Plano 4. Ortofoto.	122
Plano 5. Ortofoto.	123
Plano 6. Curvas de nivel.	124
Plano 7. Curvas de nivel.	125
Plano 8. Topográfico..	126
Plano 9. Topográfico.....	127
Plano 10. Planta y perfil.	128
Plano 11. Planta y perfil.	129
Plano 12. Planta y perfil.....	130
Plano 13. Secciones transversales.....	131
Plano 14. Secciones transversales.....	132
Plano 15. Secciones transversales.....	133
Plano 16. Secciones transversales.....	134
Plano 17. Secciones transversales.	135
Plano 18. Secciones transversales.....	136
Plano 19. Secciones transversales.....	137
Plano 20. Secciones transversales.	138
Plano 21. Secciones transversales.	139
Plano 22. Secciones transversales.....	140

Resumen

Con la intención de acrecentar la comodidad de vida en las personas, se planteó la presente tesis, titulada, “Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022”, teniendo como objetivo, plantear un pavimento flexible para optimizar la transitabilidad en la avenida 4 de este centro poblado.

En relación con el tema, la indagación es aplicada y de diseño no experimental, porque busca darle solución al problema que se exterioriza en el lugar de estudio. Asimismo, se utilizó como guía al manual del MTC y el sistema AASHTO 93.

Para la ejecución del asfalto flexible, se realizó el estudio topográfico en donde se encontró un terreno con un relieve ondulado teniendo una pendiente de 12.67%. Asimismo, en el análisis de suelos se encontró una arena uniforme (SP) con un CBR de 16.37%. Por consiguiente, se hizo el análisis del tránsito vehicular, el cual nos permitió diagnosticar el flujo vehicular por un tiempo de 20 años teniendo como resultado un ESAL de 1 852 616 EE y finalmente se realizó el diseño geométrico de esta avenida, donde se tomó criterio una velocidad de 40km/h y así poder determinar las características que la componen.

Palabras clave: Diseño, pavimento flexible, método AASHTO 93, diseño geométrico.

Abstract

With the intention of increasing the comfort of life in people, this thesis was proposed, entitled, "Design of flexible pavement using the AASHTO 93 method on Avenue 4 of the Alto Trujillo Populated Center, 2022", with the objective of proposing a flexible pavement to optimize trafficability on avenue 4 of this populated center.

In relation to the subject, the inquiry is applied and of non-experimental design, because it seeks to solve the problem that is externalized in the place of study. Likewise, the MTC manual and the AASHTO 93 system were used as a guide.

For the execution of the flexible asphalt, the topographical study was carried out where a terrain with a curly relief was found, having a slope of 12.67%. Likewise, in the soil analysis, a uniform sand (SP) with a CBR of 16.37% was found. Therefore, the analysis of vehicular traffic was made, which allowed us to diagnose the vehicular flow for a period of 20 years, resulting in an ESAL of 1,852,616 EE and finally the geometric design of this avenue was carried out, where criteria were taken. a speed of 40km/h and thus be able to determine the characteristics that compose it.

Keywords: Design, flexible pavement, AASHTO 93 method, geometric design.

I. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la civilización el ser humano ha sido una persona errante, por ello, tuvo la necesidad de diseñar caminos para poder trasladarse de un lugar a otro. A escala mundial, la infraestructura vial es de gran importancia por ser el principal pilar del desarrollo económico de un país, ya que cumple con el objetivo de unir los sectores de producción y consumo. Por tal razón, es vital que estén en buenas condiciones de servicio y así poder disminuir costos por transporte debido a una inadecuada infraestructura. (Cruz y Paredes, 2021, p. 109).

Actualmente, el Perú tiene una carencia de infraestructura vial, de los 78 mil km de carreteras que hay, solo unos 300 km conciernen a autopistas (Guzmán, 2015). Además, la administración en gestión de obras públicas es la más precaria (Prialé, 2018, p.22) en consecuencia, esto retrasa el auge económico, cultural y comunitario de las regiones. Asimismo, en Trujillo se presentó un deterioro muy notable en la mayoría de sus calles, debido a que, en el periodo 2017, se suscitó el fenómeno del niño costero, trayendo consigo fuertes precipitaciones, causando grandes daños a la infraestructura de las vías urbanas. Sumado a esto, el parque automotor ha incrementado mucho en estos últimos años, ocasionando congestión en las principales vías, resistiendo gran carga vehicular, provocando desgaste de la poca infraestructura, presencia de grietas, cruces peatonales inexistentes y aumento del índice de accidentes. En relación a la idea anterior, Sivapriya y Kumar (2019) aluden que, con el crecimiento poblacional, la congestión vehicular en las carreteras ha aumentado enormemente, con ello, las cargas que son ejercidas por el tráfico en el suelo de la subrasante, llegan a dañar considerablemente y generan fallas en el pavimento.

Por esto, enfocamos el trabajo de investigación en el centro poblado Alto Trujillo, ya que actualmente, esta zona carece de infraestructura vial dificultando el paso de los peatones y los vehículos. Además, la mayoría de sus calles están atiborradas de arena y en malas condiciones presentando una orografía de forma irregular; el polvo que se genera afecta a la salud de los moradores y sus condiciones de vida. Por tal motivo, se planteó diseñar un pavimento flexible en la avenida 4 de este lugar, permitiendo el acceso al centro poblado, reduciendo el costo de transporte, las enfermedades generadas por el polvo y mejorando la ornamentación. Es por

esta razón, que el problema general de la investigación se planteó de la siguiente manera: ¿De qué forma el diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo, puede mejorar la transitabilidad en la zona?, ¿Cómo llevar a cabo un levantamiento topográfico para hacer el diseño del pavimento flexible en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo?, ¿Cómo lograr realizar un estudio de suelos en la avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo?, ¿Cómo realizar un análisis de tráfico en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo? y por último ¿Cómo realizar un diseño geométrico para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo?.

El trabajo de investigación se justifica académicamente porque se empleó las metodologías y procedimientos adecuados para llevar a cabo dicho proyecto, utilizando la metodología AASHTO 93 en la avenida 4, localizada en el Alto Trujillo; de igual manera para enriquecer la sapiencia de los educandos de la facultad de ingeniería civil en una futura investigación. La investigación se justifica socialmente porque proporciona a la población progresar en su condición de vida y la circulación vehicular. También, económicamente porque permite a los moradores, estar conectados a través de una avenida principal reduciendo los costos de transporte y brindando una mejor transitabilidad en la zona. Además, se justifica de forma práctica, ya que se propone un adecuado diseño del pavimento rigiéndose de las normas existentes.

El objetivo general planteado para esta indagación es el siguiente: Diseñar el pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. Por consiguiente, tenemos como objetivos específicos: Realizar el levantamiento topográfico para poder diseñar el pavimento flexible en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo, Efectuar un análisis de suelos en la avenida 4 para optimizar la transitabilidad en el centro poblado Alto Trujillo, Efectuar un análisis de tráfico para aliviar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo y Realizar el diseño geométrico para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. A partir de esto se planteó la siguiente hipótesis: El diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93, proporciona mejor transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado urbano, Alto Trujillo.

II. MARCO TEÓRICO

En las investigaciones internacionales se encontraron los siguientes:

Para Hirooka, Vargas, Prado y Barbosa (2019), acorde a su revista científica, el cual, buscó demostrar los impactos por la modificación de tráfico del IMDA (Índice Medio Diario Anual) y la tasa de incremento de la infraestructura del asfalto flexible. El desarrollo de la indagación comenzó con la realización de un sistema pre - dimensionado en donde incluye diferentes parámetros de diseño, tales como la influencia de los neumáticos, magnitud de tráfico, grosor de las capas del pavimento, entre otros. Los programas empleados para el estudio de los datos fueron el software Mechanistic Empirical Pavement Design Guide (MEPDG) y AASHTO Ware Pavement ME Design, los cuales revelaron que la magnitud de tráfico tiene influencia en el agrietamiento de la fatiga, en cambio el aumento de tráfico tiene poca obstrucción en la rugosidad, agrietamiento por fatiga y deformación. Los parámetros evaluados por el agrietamiento longitudinal y por fatiga muestran mayor vulnerabilidad. Por otro lado, la variación en las tasas de crecimiento del comportamiento no lineal hay mayor vulnerabilidad excediendo un 50 % con respecto a la tasa de crecimiento lineal. Por ello se sugirió efectuar un estudio de tráfico preciso teniendo en cuenta un comportamiento de crecimiento no lineal para obtener valores adecuados para el desarrollo de un diseño de pavimento.

Sanchez y Tejeda (2020), en su artículo, en donde propuso analizar la actuación de distintas estructuras flexibles utilizando el programa de análisis francés ALIZE. Esta investigación muestra los resultados que sugieren el estudio de la actuación de distintas estructuras flexibles, con razón a la deflexión y deformación vertical causadas por las cargas ejercidas por el tráfico tomando las condiciones de la ciudad de Cuba. Este análisis llega a las observaciones siguientes, para la primera estructura analizada, la subrasante tiene un CBR (California Bearing Ratio) de 5%, con un tráfico de equivalencia de $1.3 \cdot 10^5$, teniendo una clasificación de ligero. Para la estructura de, la subrasante tenía 10% de CBR y un tráfico de $1.0 \cdot 10^6$, teniendo una clasificación medio. En la estructura 3, la subrasante tenía un 15% de CBR y $4 \cdot 10^6$ de tráfico, considerado como demasiado pesado. Para las bases aplicando una carga de 500 MPa, no hubo inconvenientes con los resultados de deflexión, únicamente para la subbase de 250 MPa se presentaron problemas con respecto

a un tráfico pesado y medio, cuando se analizaron todas las variantes de la estructura, en algunos casos se observó que esto provoca la deflexión en la estructura fuera de los aceptables. Llegando a la conclusión, todos los sistemas satisfacen los criterios de distorsión vertical en la subrasante, es decir, cumplen con los criterios de deformación vertical en la subrasante.

Aparecida, Prado, Silva y Barbosa (2017), en su artículo “El efecto de los espectros de carga por eje del método AASHTO en el rendimiento del pavimento flexible”. Nos da a conocer más sobre el software MEPDG (Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide) y su versión más reciente el, AASHTO Ware Pavement ME Design. En estas dos versiones, los valores vienen predeterminados por los estudios de tráfico realizados en EE.UU. No obstante, el estudio realizado en Brasil dio valores distintos. Por tal motivo, se planteó como objetivo, verificar el efecto causado en el funcionamiento del pavimento flexible en Brasil. Por ello, realizaron simulaciones por una computadora, utilizando espectros por eje brasileños y utilizando los valores predeterminados en el programa, dividiéndose en dos etapas; la primera etapa, fue determinar los valores predeterminados en el software (MEPDG y AASHTO Ware Pavement ME Design) y la segunda etapa comparar y obtener los resultados del software a través del rendimiento usando datos relacionados, con la estructura del pavimento, el tráfico, clima y fase de diseño. Dando los siguientes resultados; los espectros de carga estudiados por eje brasileños deterioro mucho más el pavimento, respecto a los espectros predeterminados en el software. También, con la comparación de los valores predeterminados en MEPDG y AASHTO ware Pavement ME Design, se observó que, el agrietamiento dado por fatiga, los valores obtenidos por el pavimento cuando se usaron los espectros brasileños redujeron en el AASHTO ware Pavement ME Design y con los espectros predeterminados, estos valores aumentaron. Por lo que los investigadores, recomiendan no usar los espectros de carga brasileños, cuando se realice el diseño de carreteras parecidas a las estudiadas, ya que esto, acarrearía en una mala estructuración del pavimento.

En las investigaciones nacionales se encontraron las siguientes:

Rodríguez, Echaveguren y Thenoux (2017), en su artículo, propuso articular el procedimiento de diseño AASHTO-93 en los patrones de desperfecto graduados en ambientes particulares que estiman el procedimiento efectivo de los materiales,

la versatilidad de la fase constructiva, las demandas reales de capacidad y temperatura en estado de ejecución. Se desarrolló una metodología empleando fichas y conocimientos estadísticos los cuales ayudaron a delimitar las variantes del modelo con las variantes expuestas. Consecutivamente se puso en práctica la hipótesis de confiabilidad y el tipo de servicialidad, donde se determina el procedimiento de diseño y los patrones de desgaste para conseguir el valor de confiabilidad de la estructura. Los asfaltos en la región central de Chile, los cuales tienen una capacidad estructural disminuida y un estado de tráfico medio y alto, no presentan una confiabilidad conveniente debido a que la posibilidad de falla alcanzada fluctuó entre 0.60 y 0.90, por lo tanto, se debe utilizar datos altos de confiabilidad para tener un comportamiento conveniente del pavimento. Los asfaltos al sur del país, estimando la probabilidad de falla entre 0.03 y 0.09, mostrando una confiabilidad apta para obtener una vida útil estimada para el diseño. Por lo tanto, los asfaltos trazados para un limitado tráfico están sobredimensionados. Este procedimiento permite adquirir la confiabilidad del diseño del pavimento comparando la vida útil y diseño del asfalto, teniendo en consideración las dos variables de forma aleatoria.

Chuna (2019), en su tesis realizada, tuvo como objetivo plantear un diseño de una infraestructura vial empleando la metodología AASHTO 93 en el sector Santa Rosa, ubicada en Ventanilla. La población del estudio, conformada por un tramo de 300 metros a ser pavimentado y una muestra de 150 metros del tramo total; llegó a obtener los siguientes resultados: los estudios de tráfico realizados arrojaron un Índice Medio Diario Semanal (IMDS) de 218 automóviles por día y un medio anual de 226 veh/día. Así mismo, del estudio de suelos se concluyó que era de tipo granular con presencia de gravas y contaba con 57.2% de CBR. El investigador, empleando el método AASHTO 93, llegó a obtener los espesores que tenía el pavimento flexible, 3.5" de capa asfáltica, 6 pulgadas para la capa de base y 4 pulgadas en la capa de la subbase granular.

Castillo (2021), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el diseño geométrico empleando el DG, 2018 para la mejora de la transitabilidad del camino Agua Blanca en Huánuco. Llegando a los siguientes resultados; las características que mejoran la transitabilidad de la vía en esta zona son: El ancho de la calzada de 5m, un bombeo de 2%, una velocidad de diseño de 30 km/h y la

implementación de cunetas. Concluyendo que con estos parámetros se ve un progreso en la transitabilidad de este camino vecinal. Este estudio se tomó para ver el procedimiento empleado en el diseño geométrico en esta carretera.

Chávez (2018), en su tesis para lograr conseguir su título de ingeniero civil. La cual tenía como objetivo, diseñar una estructura flexible en la avenida Morales Duarez en Lima. Esta investigación llegó a las siguientes conclusiones, para los ensayos específicos realizados en los viaductos 1 y 2, arrojaron un CBR para el diseño de subrasante igual o menor a 28%. Esta estructura de la vía expresa quedó diseñada así, para la mezcla Asfáltica en Caliente (Mac 1), el pavimento asfáltico será de 7.5 cm y para la Mac 2, el pavimento asfáltico fue de 5 centímetros, con una base de 20 centímetros y subbase de 20 centímetros igualmente. Esta investigación nos ayuda con la metodología que sigue en todo el proceso para la obtención de los resultados, en este caso utilizando todas las especificaciones técnicas de AASHTO 93.

Valdiviezo y Villarreyes (2021), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo, diseñar un pavimento flexible en la provincia de Sullana y como objetivos específicos, realizar un levantamiento topográfico, la ejecución de estudios básicos para un correcto diseño y la definición del paquete estructural de la vía. Resultando, en el estudio topográfico que la orografía de la zona era llana contando con una pendiente mínima y máxima de 0.68% y 1.38% respectivamente. Por otra parte, en el ensayo de suelos realizado, se determinó que eran gravas arcillosas con presencia de plasticidad y el paquete estructural quedó definido de la siguiente manera: la carpeta asfáltica con 6 cm, base y sub base de 15 cm.

En investigaciones locales se encontraron las siguientes:

Bermúdez y Ramos (2019), en su tesis", tenía como propósito, ejecutar un diseño estructural del asfalto flexible. Para ello emplearon el tipo de investigación aplicada. Teniendo como población al centro poblado Alto Trujillo, con un total de 36.7 kilómetros cuadrados y con un número de 190 461 habitantes y como muestra, la extensión de la Avenida 1 y la Sinchi Roca del mismo lugar, a modo que los resultados; en el análisis de suelos, se determinó arena limpia en la zona y no tenía ningún porcentaje de plasticidad, dando un CBR para el diseño de 27.62% en el tramo de sinchi roca y 27.68% en la Avenida Uno. También se realizó el diseño del asfalto, se utilizó la metodología AASHTO 93, dando los siguientes grosores: 5

centímetros de carpeta asfáltica, 20 centímetros de base y 15 centímetros de sub base. El conteo de vehículos, se realizó en una semana, considerando una duración de veinte años, dando por resultado los Ejes Equivalentes (E.E.) de $2.26 \cdot 10^6$ y $2.30 \cdot 10^6$ respectivamente para ambas avenidas, siendo factible para el diseño.

Manay y Mudarra (2018) en su tesis, realizaron una investigación de circulación vial en la zona de estudio. Teniendo como población y muestra la av. Aeropuerto del distrito de Huanchaco. Llegando a los resultados de, el diseño de pavimentación fue un Equivalent Simple Axial Load (ESAL) de $1.770E+06$ y los siguientes espesores, 2" de capa de rodadura, utilizando una mezcla asfáltica con una temperatura cálida y 8.000 de Marshall, un recubrimiento en la base de 8" con un elemento de afirmado de 80% de CBR y una capa de subbase de 6", de material granular con 30% de CBR, diseñado por un periodo de 20 años. Aportó a nuestro trabajo de investigación con el método de diseño de la estructura flexible utilizando la metodología AASHTO 93 y con el estudio de tráfico que se realizó.

Olivares (2019), en su tesis, la cual tenía como principal objetivo, poder determinar el diseño de pavimento flexible. Llegando a los siguientes resultados, en el estudio de suelos realizado en la avenida principal en el sector 2 del Alto Trujillo, se encontró un CBR de 29.34%, considerado este como uno de los estudios más importantes para diseñar un pavimento flexible. En el diseño del pavimento, se obtuvo como grosores: 7 cm de capa de rodadura, 25 centímetros de base y 20 centímetros de sub base. Por otra parte, se elaboró un presupuesto dando como cotizaciones, el precio del pavimento por m^3 igual a $s/.59.72$ y un costo total $S/. 45656$. Para finalizar, el investigador nos da una idea de cuál es la capacidad portante del suelo en esta zona.

Por otra parte, cabe considerar la verificación del estudio a través de las bases teóricas que brindan soporte al proyecto de investigación. Asimismo, iniciar limitando los aspectos teóricos del pavimento flexible, pues se sabe que este pavimento tiene una estructura con diferentes capas de elementos granulares y organizados que se puede encontrar en la capa de subrasante y la capa de rodadura, las cuales tienen el propósito de soportar cargas fijas y removibles, para poder propagar la energía en dirección de las capas interiores de la infraestructura. Por su parte, Mendoza y Larios (2021) ostentan que, los pavimentos se estructuran de diferentes capas, procesadas con aglomerantes hidráulicos o asfalto. Donde

todos estas, tienen una respuesta difícil a los pesos y cambios ambientales. Por ende, incitan a cada país a seguir una metodología adecuada, ajustando los mismos parámetros de diseño, contando con el comportamiento teórico y práctico de los materiales para evitar posibles fallas.

Los pavimentos se conforman por un conjunto de capas sobrepuestas de forma horizontal, los cuales se construyen, teniendo materiales adecuados y debidamente compactados. Estos descansan en la subrasante de la vía y resisten los pesos del tránsito para los cuales son diseñados. Desde el punto de vista, Campagnoli (2017) refiere que, el tipo de terreno influye en que las estructuras viales sean deficientes y no logren tolerar las cargas aplicadas. Por ende, se deben hacer estudios para ver como es el terreno de fundación y analizar si este logra soportar los pesos ejercidos en la infraestructura vial.

El pavimento flexible, consta de una mezcla de asfalto con material granular, colocado en un área en contacto directo con el tránsito vehicular y peatonal. Este cumple con los requerimientos y funciones solicitadas (Zambrano y Tejeda, 2019, p.2). El diseño de esta estructura, está formado por varias capas, como la de rodadura, la cual se asienta en la base y la subbase, cada una de ellas debidamente compactadas. (Colana,2021).

Actualmente, ha sido desplegado durante muchos años, a pesar de sus deficiencias, ha resistido gran cantidad de cargas ejercidas por los vehículos con mucha eficacia; además, este pavimento tiene la particularidad de que está formado por capas bituminosas soportadas por otras capas interiores, de forma que la capa superior es la capa de mayor capacidad de carga y de material y la última capa la de menor material y capacidad de carga. (Cardoza, Ángulo y Palomino, 2019).

Por otra parte, Massenlli y Paiva (2018) manifiestan que, uno de los problemas que se dan con más frecuencia y afectan el diseño de pavimentos asfáltico en Brasil, es la excelsa deformación inicial de las nuevas capas porque estas son dimensionadas para que tengan los espesores mínimos posibles, generando tensiones y deformaciones máximas estimuladas por los pesos de los vehículos. Provocando que estos, no duren su ciclo de vida útil para el cual fueron diseñados.

Para el diseño de un asfalto se tiene que tomar en cuenta el bienestar y la protección que se les ofrecerá a los beneficiarios mediante una segura circulación vial terrestre, cumpliendo con los estándares de carga que debe soportar el

pavimento provocado por la congestión vehicular, el cambio climático entre otros factores que influyen mucho en su diseño. De igual importancia, se debe efectuar un mantenimiento frecuente cada cierto tiempo para poder conservar el estado de la infraestructura diseñada.

La guía del AASHTO 93, hace mención que el diseño del pavimento flexible, se refiere básicamente, en cómo se determinan los espesores de la estructura, donde el suelo debe resistir todo el soporte eficazmente. Como afirman, Vargas, Moncayo, Córdova, Barzola y Velasco, (2017) que, para dimensionar los pavimentos se usa mayormente el AASHTO 93. Este considera al pavimento como un sistema elástico conformado por muchas capas y en donde se aplican pesos de tráfico vial y uno de los criterios es determinar el número estructural, el cual refleja el grosor total del pavimento. Para ello, se resuelve unas ecuaciones, en donde se aplican los datos requeridos en esta metodología.

Desde la posición de Barreto, Banguera y Córdova (2018). El pavimento también debe soportar una adecuada oposición a los patógenos ambientales como, cambios bruscos de temperatura, intensas lluvias y la presencia de canto rodado en la subrasante. Puesto que, con estos factores podemos tener en cuenta los parámetros para un buen drenaje, cumpliendo el diseño del pavimento con una adecuada estabilidad vial.

La estructura de un pavimento flexible está conformada por capas en donde como componente principal se tiene a la subrasante, que es la superficie natural que resiste toda la estructuración del pavimento. Su propósito es soportar las cargas generadas por la congestión vehicular transfiriendo y compartiendo al cuerpo del terraplén. La sub base es el componente que resiste, distribuye y disipa los pesos ejercidos en la capa de rodadura, con el fin que la superficie absorbe las energías conaturales. Por último, la carpeta asfáltica está compuesta por elementos pétreos como la piedra chancada, grava y arena. Esta estructura de asfalto flexible resulta conveniente con respecto al costo y mantenimiento ya que nos brinda un periodo de vida entre 10 a 20 años. En relación a la idea anterior, Arias y Rodriguez (2018) señalan que, es factible invertir en pavimentos flexibles que tengan una duración de vida útil de aproximadamente 20 años porque reduce los costos por mantenimiento y disminuye las emisiones de CO₂ al realizar actividades de mantenimiento, dando un impacto positivo a la red vial pavimentada. Resultando

claro, conocer la importancia de realizar el diseño del pavimento teniendo en cuenta el presupuesto para que, a futuro no se estén realizando tantas actividades de rehabilitación.

Por otra parte, Castro, Castro y Castro (2020), infieren que, la metodología AASHTO 93 detalla el proceso de los espesores de las capas del pavimento flexible, para ello se llevará a cabo el procedimiento de un estudio de suelos para su clasificación y poder continuar con el diseño de la infraestructura vial. Además, del estudio de tráfico realizado mediante un conteo vehicular a través de formatos específicos lo cual permitirá asignar valores correctos para el adecuado diseño del asfalto, logrando su rendimiento asignado para su periodo de vida útil. Romeiro, Teixeira, Grassioli (2020) señalan que, las inversiones solicitadas para mantener el estado del pavimento a lo largo de su vida están directamente relacionadas con el espectro de peso de la flota. Por lo tanto, un aumento de carga crea un impacto estructural significativo, lo que refuerza la necesidad de un mejor control de las cargas de los vehículos para conservar las inversiones en pavimento.

El método AASHTO empleado en los pavimentos está conformado para tolerar ciertos pesos, durante su periodo de vida. Por eso en el parámetro del tráfico se calcula el número de ejes equivalentes el cual es equivalente a 18 kips, mayormente reconocido por sus siglas en inglés como ESAL, (equivalent single axle load). En esta perspectiva, Moharekpour, Liu, Schmidt, Oeser, Jing (2022) exteriorizan que, el AASHTO 93, utiliza técnicas para diseñar pavimentos mediante ecuaciones las cuales sirven para evaluar el desempeño del pavimento bajo cargas en movimiento y así tener un resultado óptimo. Este análisis muestra las técnicas que utiliza esta metodología para diseñar pavimentos respecto a los pesos que soportan dichas estructuras

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 1. Ecuación de diseño del pavimento flexible.

El estudio de tráfico tiene por objetivo, considerar y reconocer las cifras de vehículos que circulan por la vía y es indispensable a la hora de considerar el diseño

de un pavimento. Asimismo, Cal, Reyes y Cárdenas, (2007), sustentan que este estudio está compuesto por todo tipo de vehículos, ya sean, para ser estudiados de manera individual o en conjunto, mientras hagan uso de la infraestructura vial. Siendo considerado como uno de los parámetros más importantes en el diseño.

El MTC (2018), en su manual indica que un análisis de tráfico debe suministrar información en relación al IMDA (Índice Medio Diario Anual) para conocer la cantidad de vehículos y su clasificación de acuerdo al tipo. Por ende, está compuesto por diferentes muestreos de cálculo en el tramo donde se realiza este estudio, con el propósito de comprender la demanda vehicular vigente y las variaciones que se den.

Según, el MTC (2014), indica que el estudio de suelos es de fundamental para el diseño de un pavimento, puesto que, este estudio da acceso averiguar las diferentes propiedades mecánicas, físicas y composición del mismo en sus diferentes capas. Por ende, para la exploración es necesario conocer el terreno con el fin de identificar los tipos que se puedan hallar, lo cual ayudaría a conocer los cortes tanto connaturales como los originados por el hombre; así también, reconocer aquellos suelos que se transformaran en extractos del suelo antropogénico, delimitando de esta manera, las zonas con características parecidas, iniciando con el trazado de la vía. Asimismo, Guerrero y Cruz (2018) enfatizan que, los principales problemas geotécnicos incluyen alta sensibilidad, agrietamiento y dificultades como humedad excesiva cuando se construyen los pavimentos, por lo cual en el presente existen dos sistemas de clasificación de suelos: el de la Asociación Estadounidense de Oficiales de Carreteras y Transporte (AASHTO) y el Sistema Uniforme de Clasificación de Suelos (SUCS). En donde, estos métodos sirven para determinar las propiedades del suelo.

Además, el Ministerio de transportes y comunicaciones (2018) describe que, el Levantamiento topográfico, está compuesto por ciertas operaciones realizadas sobre un terreno, usando diferentes herramientas para plasmarlos en un plano y para su realización se necesita conocer el área donde se trabajará el proyecto. Una de estas actividades realizadas, se le conoce como levantamiento planimétrico, el cual consiste en coleccionar información en el campo para posteriormente ser procesada, logrando obtener la topografía del terreno, en planos, donde se ve reflejado la superficie del terreno, así como las curvas, etc.

En relación con este tema, el proyecto de investigación tuvo como finalidad proponer un diseño del asfalto flexible empleando el método AASHTO 93, en el cual se busca ofrecer una mejor circulación vial en la avenida 4 para los beneficiarios del centro poblado urbano Alto Trujillo, Provincia Trujillo, evitando exceso de gastos en el traslado de usuarios y recursos. Se propuso el diseño del pavimento flexible por ser de utilidad y económico en zonas con congestión vehicular, otro aspecto es las propiedades que contiene el asfalto flexible con un elevado registro de aguate constitutivo y por su perdurabilidad.

Este asfalto flexible está estructurado por distintas capas como, subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica teniendo como función recibir de forma directa los pesos ocasionados por el tránsito vehicular para luego ser trasladadas a los sedimentos inferiores de manera disipada. Para ello se debe tener en cuenta los diferentes factores que perjudican al asfalto tales como el cambio climático, tránsito vehicular y calidad de materiales.

Es por eso, que se usó el método AASHTO 93 el cual nos posibilita un adecuado estudio proporcionado el número estructural que nos brindara los grosores por cada capa que conformar estructura del pavimento los cuales tienen como objetivo soportar diversas cargas en su periodo de diseño ejercidas por diferentes tipos de automóviles que cuentan con distintos ejes que provocan presión y distorsión en el asfalto.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Este estudio se caracteriza por ser una investigación aplicada puesto que tiene como finalidad la obtención y utilización de conocimientos de forma ordenada y precisa, con el fin lograr dar solución a un problema específico.

La investigación es aplicada, porque se apoya en las bases teóricas que se hallan en el manual de diseño de pavimentos igualmente con la aplicación de método AASHTO 93, el cual permite dar una respuesta de solución al problema planteado. (González y Manay, 2020, p.65.).

3.1.2. Diseño de investigación

En este diseño se empleó el diseño no experimental, puesto que, no se manipulan las variables solo se limitan a ser analizadas para describir y aclarar un suceso. Por tal motivo la recolección de datos analizados no será modificados para no tener ninguna alteración en el estado existente. (Sampieri, 6ta edición, p. 92.). Asimismo, en esta proposición de diseño del pavimento flexible en la avenida 4 del centro Poblado Alto Trujillo, se apreció un diseño transversal ya que, se desarrollará en un lapso de tiempo reducido, el cual tiene un enfoque cuantitativo.

3.2. Variables y operalización

La variable independiente es el método AASHTO 93. Conceptualmente, corrobora que un pavimento nuevo o recién ejecutado da un rendimiento de alto nivel. Al transcurrir el tiempo, el pavimento sufre un deterioro debido a las cargas generadas por el tráfico, disminuyendo el nivel de servicio. Este método asigna un periodo de diseño que debe alcanzar su fase final. (Manayay y Mudarra, 2018, p.45). Operacionalmente, el método AASHTO 93, utiliza una ecuación, esta se consigue con el propósito de definir los grosores que constituyen la estructura del pavimento, para lograr un mejor desempeño y cumplir con su etapa de diseño proyectado en la metodología AASHTO 93. Las escalas de medición utilizadas para los indicadores son nominales, de razón e intervalo.

La variable dependiente es el diseño del pavimento flexible. Conceptualmente es el producto de un procedimiento, que permite dar solución a una problemática específica, utilizando diferentes metodologías. (Olivares,2019, p.21).

Operacionalmente, proporciona una adecuada área de rodadura para la circulación y repartir las cargas aplicadas, sin que sobrepasen las tensiones admitidas en la estructura del pavimento. Realizando estudios de ingeniería, tales como, el análisis de tráfico, análisis de suelos y el levantamiento topográfico. Las escalas de medición utilizadas son de razón, nominal y de intervalo.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población está formada por componentes, los cuales abarcan características que se desea estudiar y esta es accesible para investigación porque está delimitado con criterios de exclusión e inclusión. (Ventura, 2017).

La población en esta indagación está conformada por la avenida 4 del centro poblado urbano Alto Trujillo. Este sector es favorecido por la investigación que se realizó, para mejorar las condiciones de vida.

3.3.2. Muestreo

Hernández y Carpio, (2019) sostienen que, para el tipo de muestreo no probabilístico, se debe elegir con criterio a las muestras, es decir, que en este proceso se aplicó en base a la selección de los autores, sin causar interferir en los resultados de la población. De la misma forma, en esta investigación se utilizó el método de muestreo intencional o por conveniencia, ya que, nosotros mismos elegiremos quienes participaran como parte de la muestra.

3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis es todo el tramo de la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo, 2022.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Cisneros, Urdánigo, Guevara y Garcés (2022, p.8) en los estudios, las técnicas e instrumentos proveen una mayor profundidad de búsqueda para recopilar datos, algunas de estas técnicas son la observación participante o no participante que aceptan percibir un procedimiento que requiere atención deliberada, orientada y organizada. Asimismo, para este proyecto de investigación se usó la técnica de observación participante. Donde se recolectó una serie de datos para examinar de manera directa al sector de estudio, de este modo se pudo determinar el comportamiento de las propiedades del suelo en un laboratorio.

3.4.1. Instrumentos de recolección de datos

Para comprender mejor, los instrumentos empleados para la recopilación de datos en una indagación científica estos deben ser verídicos, imparciales y que conserven autenticidad. No obstante, si uno de estos componentes no se efectúa correctamente el instrumento no podrá ser de utilidad para los resultados alcanzados (Hernández y Duana. 2020, p.2).

Para empezar, se realizó la visita a la prolongación avenida 4, aquí se empleó el método de la observación, el cual consiste en inspeccionar la zona de estudio. Así pues, se realizó el levantamiento topográfico, donde se utilizó el dron, para poder obtener valores de distancias y ángulos. Además de usar programas como Excel, AutoCAD y Civil 3d para procesar los datos obtenidos en campo. Por otra parte, se aplicó la técnica de la observación, para las propiedades del suelo. En base a esto, se tomarán las muestras a través de calicatas que se realizaron en el tramo de estudio, para ser analizadas en un laboratorio, usando como instrumento hojas de cálculo. Luego, haciendo uso de las fichas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se efectuó el análisis de tráfico correspondiente. Este procedimiento se llevó a cabo a través del registro de vehículos que transitan por dicho tramo. Finalmente, para la realización del diseño geométrico, se emplearon los ábacos de diseño como instrumento, aplicando la metodología AASHTO 93. Por ello, se desarrolló un informe de cálculo con el propósito de definir el número de ejes equivalentes para período de diseño.

Tabla 1. Instrumentos y validaciones.

Objetivos	Técnicas	Instrumentos	Validación
Realizar el levantamiento topográfico para poder diseñar el pavimento flexible en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo	Observación	- Dron.	- IGN (Instituto Geográfico del Perú) MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).
Efectuar un análisis de suelos en la avenida 4 para optimizar la transitabilidad en el Alto Trujillo.		-Ensayo de laboratorio. -Hojas de cálculo	-Manual de ensayo de materiales del MTC
Efectuar un análisis de tráfico para aliviar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo.		- Fichas del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).	- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).
Realizar el diseño geométrico para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo.		-Parámetros que ofrece el (VCHI)	-Manual de diseño geométrico de vías urbanas - 2005. (VCHI).

Fuente: realizado por los propios autores.

3.5. Procedimientos

En el proyecto de investigación se constató el lugar donde se realizó el estudio de dicho proyecto, la prolongación de la avenida 4, esta se ubica en el centro poblado urbano Alto Trujillo, ya que este tramo no se encuentra pavimentado, por lo que es necesario, la pavimentación para mejorar la transitabilidad de los peatones y automóviles que circulan por esta avenida.

De acuerdo a los objetivos trazados en la investigación se requirió del levantamiento topográfico, para conocer la superficie del terreno, para esto se usó el Dron Panthom 4 pro, donde se empleó una cámara RGB, para tomar fotografías de diferentes ángulos conformando mapeos fotográficos en diferentes puntos. Este procesamiento se ejecutó en base a 5 etapas, consistiendo la primera en tomar datos como reconocimiento del área total de estudio, la segunda se formó con la alineación de las imágenes y la generación de nube de puntos, obteniéndose la densificación y clasificación de estos. En la tercera etapa se efectuó la creación del Modelo Digital del Terreno (MDT); por consiguiente, en la cuarta etapa, se crearon los ortomosaicos, por último, en la quinta etapa se generaron las curvas de nivel para el terreno. En relación con este tema, Tello, Aguirre, Diaz y Hernández (2020), mencionan que la fotogrametría usando un dron, también se utiliza para ver el deterioro de las vías y está compuesta por 6 etapas, las cuales determinan cuánto es el daño del asfalto con mejor precisión y menor costo. Por esto, esta técnica recopila datos de los métodos que se pueden usar para la evaluación de los pavimentos asfálticos. Por otra parte, para el segundo objetivo, se demandó del estudio de suelos con el fin de conocer la capacidad portante del terreno y el tipo de grupo al cual pertenece. Asimismo, se tomó en cuenta la capacidad de vehículos por 7 días, durante las 24 horas, conforme al formato que ofrece el MTC. Posteriormente, se estableció la variable AASHTO 93, la cual nos permitió analizar y determinar cada una de las capas que integran el pavimento asfáltico a través de tablas y gráficos que se usan en esta metodología.

3.6. Método de análisis de datos

Los métodos de análisis de datos tienen que visualizarse desde el principio de la investigación, porque cuando se desarrolle la etapa de indagación de la zona de estudio, nos proporciona información valiosa procedente del uso de encuestas, guías de observación, de manera que su análisis comprueba la validez solicitada para argumentar la solución de la realidad problema. (Arredondo, Elidio, Lalama y Choez. 2020, p.4).

Al emplear la técnica de observación paralelamente con el formato técnico que nos brinda el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se analizó el tráfico, clasificando los vehículos que transitan durante todo el día, el cual termino transcurrido los 7 días de acuerdo a la norma correspondiente y así obtener el índice medio diario (IMD) de la avenida 4. Con el fin de diseñar la estructura del pavimento flexible. Los grosores que se deben utilizar se lograron determinar mediante la técnica de la observación, en la cual se examinaron datos del tránsito y del estudio de clasificación de suelos que presenta esta avenida, empleando la metodología AASHTO 93, dado que estos datos serán de mucha utilidad para un correcto dimensionamiento de los espesores en la estructura.

3.7. Aspectos éticos

Una de las exigencias más importantes que hemos encontrado en los aspectos éticos para la investigación científica es la preponderancia y reconocimiento del trabajo utilizado para recolectar información. (Inguillay, Tercero y López. 2020, pág.6)

La ética es primordial para cualquier profesional, ya que garantiza la confiabilidad de lo que se hace, es por eso que este proyecto de investigación, se ha guiado de diferentes proyectos científicos como, artículos y tesis, las cuales pertenecen a distintas fuentes de información confiables para su redacción y posterior evaluación por jueces calificados. De manera que la moral y la ética deben ir de la mano, lo cual se documenta y refleja en esta investigación, que cita de forma adecuada las normas ISO 690 y 690-2. Al mismo tiempo se analizó las semejanzas que pueda tener la investigación a través del programa Turnitin (Anexo 3).

IV. RESULTADOS

De acuerdo con el primer objetivo: realizar el levantamiento topográfico para poder diseñar el pavimento flexible en la avenida 4 del centro poblado, Alto Trujillo. Se efectuó, empleando como instrumento un DRON PHANTOM 4 PRO, captando imágenes en alta resolución y obteniendo mapeos fotográficos u otros mosaicos, en donde se obtuvo un total de 800 imágenes, a una altura media de 87.8m.

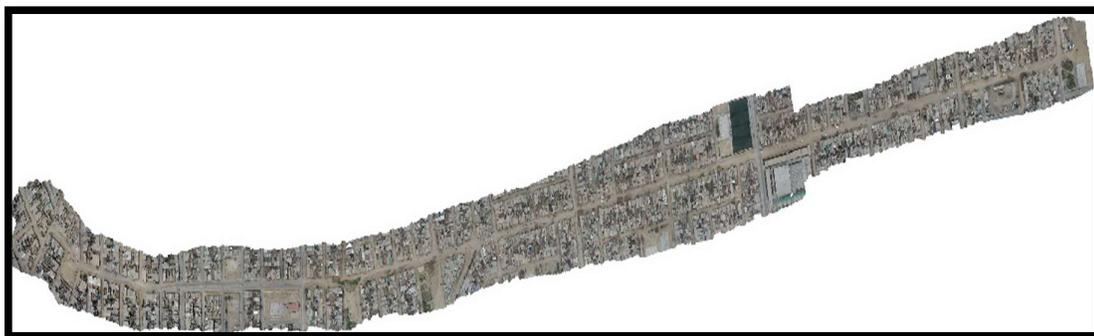


Figura 2. Fotogrametría de la avenida 4.

Fuente: estudio topográfico.

También, se llevaron a cabo la generación de curvas de nivel para mediciones de las áreas. Concernientes a las coordenadas UTM: WGS-84.

Tabla 2. Puntos ubicados en la avenida 4.

PUNTO	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)	ALTURA (Z)
Mz 1	718776.8232	9108042.862	117
Mz1	718752.8423	9108037.821	114.5591
Mz2	718736.3506	9108034.233	113.5075
Mz2.2	718696.2872	9108027.137	113.2805
Mz3	718688.0805	9108025.876	113.5733
Mz3.3	718646.9684	9108018.123	114.7688
Mz4	718630.8221	9108014.704	115.2304
Mz4	718599.8583	9108008.514	117.3411
Mz5	718582.9848	9108005.044	118.5868
Mz5	718542.2192	9107997.631	120.6523
Mz6	718533.0503	9107996.53	120.5778
Mz6	718493.5087	9107988.269	119.4535
Mz7	718473.79	9107984.811	119.6124
Mz7	718434.1853	9107976.691	122.2522
Mz8	718417.6296	9107976.466	123.1505
Mz8	718352.0983	9107963.705	124.8169

Mz9	718341.7694	9107960.122	124.7033
Mz9	718302.2239	9107953.278	126.3412
Mz10	718291.7112	9107951.32	126.8031
Mz10	718252.5988	9107944.679	128.0019
Mz11	718240.245	9107942.407	128.2266
Mz11	718199.8374	9107935.263	128.867
Mz12	718190.6713	9107932.264	128.9116
Mz12	718152.3816	9107925.236	130.0517
Mz13	718141.3383	9107923.541	130.0577
Mz13	718103.5322	9107917.442	129.188
Mz14	718091.7574	9107915.116	128.6107
Mz14	717968.2868	9107890.464	132.1722
Mz15	717949.3395	9107889.913	132.7972
Mz15	717859.6468	9107870.677	132.8021
Mz16	717851.844	9107868.395	132.7104
Mz16	717728.7188	9107845.272	135.2544
Mz17	717716.9432	9107843.652	135.6095
Mz17	717594.5999	9107820.158	143.1667
Mz18	717584.3526	9107819.276	144.6181
Mz18	717545.2391	9107810.854	148.2574
Mz19	717535.7441	9107805.872	148.4897
Mz19	717494.8514	9107800.075	151.8089
Mz20	717480.3093	9107797.245	152.478
Mz20	717386.4534	9107780.646	159.3036
Mz21	717380.3528	9107779.818	159.6164
Mz21	717284.2419	9107761.198	162.8505
Mz22	717271.9458	9107759.499	163.6166
Mz22	717231.3851	9107749.691	163.768
Mz23	717222.934	9107750.041	163.4789
Mz23	717182.4453	9107740.228	164.7484
Mz24	717173.8189	9107740.527	165.3191
Mz24	717134.003	9107732.329	166.386
Mz25	717113.6765	9107729.529	167.5841
Mz25	717074.3538	9107722.872	170.2358
Mz26	717065.1669	9107718.732	170.9978
Mz26	717024.4365	9107714.37	173.9644
Mz27	717013.4739	9107710.232	173.9991
Mz27	716973.8245	9107703.556	172.4599
Mz28	716962.1636	9107701.75	171.3793
Mz28	716891.9917	9107690.394	165.367
Mz29	716880.394	9107691.179	165
Mz29	716838.9201	9107689.367	164.607
Mz30	716829.7784	9107689.824	164.6126
Mz30	716785.408	9107687.735	167.5746
MZ 31	716772.8558	9107686.463	168.0007
MZ 31	716729.266	9107685.247	170.9875
MZ 32	716719.7286	9107685.609	170.9988

MZ 32	716679.5265	9107684.59	169.7525
MZ 33	716669.893	9107684.934	169.4976
MZ 33	716625.0298	9107682.499	167.0103
MZ 34	716618.754	9107683.422	167
MZ 34	716574.2524	9107682.472	167.7859
MZ 35	716566.584	9107682.617	168
MZ 35	716522.8377	9107682.085	170.9941
MZ 36	716513.537	9107682.406	171.5607
MZ 36	716472.0122	9107681.972	172.8243
MZ 37	716456.8413	9107681.242	172.8744
MZ 37	716413.4294	9107680.266	172.996
MZ 38	716403.4083	9107679.449	172.9993
MZ 38	716362.5083	9107681.39	170.5811
MZ 39	716351.9135	9107685.295	170.2998
MZ 39	716312.2286	9107691.209	168.7098
MZ 40	716300.8029	9107694.081	168.6804
MZ 40	716260.1081	9107702.666	167.7805
Mz41	716249.939	9107704.806	168
Mz41	716208.5761	9107712.749	169.4383
Mz42	716198.3038	9107714.882	169.9996
Mz42	716166.9887	9107744.966	169.5195
Mz43	716163.2346	9107749.601	169.4386
Mz43	716129.1307	9107771.508	169.4638
Mz44	716104.2837	9107750.215	166.0022
Mz44	716056.9467	9107822.497	166.7239
Mz45	718739.5192	9108012.553	112.6019
Mz45	718698.7544	9108005.708	111.6935
Mz46	718691.47	9108003.966	112
Mz46	718650.6319	9107997.46	113.6352
Mz47	718634.7951	9107993.987	114.9751
Mz47	718497.3658	9107969.769	118.1459
Mz48	718478.1677	9107966.122	118.5585
Mz48	718437.8799	9107962.242	121.5495
Mz49	718428.7957	9107957.552	121.896
Mz49	718389.5321	9107948.489	123.1824
Mz50	718379.4197	9107946.549	123.2032
Mz50	718256.0652	9107923.715	126.8198
Mz51	718243.9945	9107920.475	127.4
Mz51	718106.3218	9107896.439	127.4059
Mz52	718096.404	9107893.914	127.4014
Mz52	717973.9915	9107871.356	130.7639
Mz53	717953.9758	9107870.589	131.0344
Mz53	717914.1485	9107864.781	132.4011
Mz54	717905.4129	9107859.788	131.6968
Mz54	717732.2086	9107826.838	133.5839
Mz55	717721.5094	9107824.314	134.82
Mz55	717547.9476	9107794.608	146.8957

Mz56	717538.8825	9107790.595	146.9916
Mz56	717498.5861	9107782.193	149.8152
Mz57	717481.9738	9107779.16	151.207
Mz57	717442.3044	9107771.306	153.4475
Mz58	717431.7636	9107769.368	153.5954
Mz58	717288.5739	9107742.619	162.4278
Mz59	717274.8287	9107739.754	162.6756
Mz59	717223.913	9107717.695	160
Mz60	717198.3467	9107723.28	162.4824
Mz60	717137.9106	9107712.894	163.8406
Mz61	717067.996	9107701.094	168.2932
Mz61	717028.416	9107693.484	170.2188
Mz62	717017.0963	9107690.894	171.4065
Mz62	716976.7095	9107684.063	169.3609
Mz63	716966.686	9107681.3	168.3023
Mz63	716926.893	9107675.256	164.2068
Mz64	716880.8882	9107670.078	161.4245
Mz64	716840.8435	9107668.06	161.6469
Mz65	716824.5583	9107668.884	161.9986
Mz65	716790.9724	9107668.053	163.3909
Mz66	716771.4871	9107670.278	166.7556
Mz66	716676.5889	9107668.078	168.4039
Mz67	716669.2768	9107668.03	167.0365
Mz67	716625.0783	9107666.885	165.6231
Mz68	716617.8135	9107666.595	165.2706
Mz68	716574.0931	9107665.875	166.0009
Mz69	716566.3583	9107666.028	166.0204
Mz69	716522.439	9107664.716	169.3506
Mz70	716515.7161	9107665.457	169.9967
Mz70	716471.9676	9107665.185	171.4229
Mz71	716457.1711	9107664.677	171.4454
Mz71	716413.3388	9107664.122	171.7596
Mz72	716404.1106	9107662.427	171.7308
Mz72	716363.7232	9107661.687	168.7813
Mz73	716352.3789	9107662.816	168.0526
Mz73	716312.9935	9107671.312	166.2954
Mz74	716301.1118	9107672.974	166.3469
Mz74	716261.1691	9107682.243	166.1912
Mz75	716253.4822	9107684.036	166.2648
Mz75	716222.2668	9107690.124	167.4593
Mz76	716215.6031	9107688.808	167.6508
Mz76	716201.5059	9107693.728	168.5934
Mz77	716191.1037	9107694.587	168.425
Mz77	716164.315	9107713.329	166.5957
Mz78	716158.9611	9107730.682	167.4115
Mz78	716118.982	9107755.384	167
Mz79	716094.3375	9107735.344	164.2456

Mz79	716075.3854	9107764.532	166.2759
Mz80	716068.4193	9107776.546	167.336
Mz80	716046.5665	9107812.019	166.8404

Fuente: informe topográfico.

Tabla 3. Puntos BM (cambios de puntos de vuelo en la avenida 4).

Bm-1	718745.1235	9108027.916	113.4785
Bm-2	717762.4979	9107842.318	133.2904
Bm-2	716776.8655	9107677.826	167.1758
Bm-03	716131.8786	9107760.038	168.0005

Fuente: informe topográfico

De acuerdo con el segundo objetivo específico: efectuar un análisis de suelos en la avenida 4 para optimizar la transitabilidad en el Alto Trujillo. Se realizó una exploración del terreno, para conocer las propiedades del suelo, el cual tiene como principal función servir como soporte de la subrasante. Por ello, se realizó la exploración de calicatas a 2.00 m de profundidad conforme al cuadro 4.1 del manual de carreteras del MTC. En este caso, por ser una vía de segunda clase y tener un IMDA de 1811 vehículos por día, se consideró ejecutar 6 calicatas.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Figura 3. Cifra de calicatas para el reconocimiento del suelo.

Fuente: Manual de carreteras: Sección Suelos y Pavimentos

Tabla 4. Cantidad de calicatas realizadas en la avenida 4.

CANT. DE CALICATAS		CANT. DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD
1	PC-1	M2	2.00m
2	PC-2	M2	2.00 m
3	PC-3	M2	2.00 m
4	PC-4	M2	2.00 m
5	PC-5	M2	2.00 m
6	PC-6	M2	2.00 m

Fuente: realizado por los propios autores.

Luego se pasó a realizar los ensayos de laboratorios correspondientes como:

Análisis granulométrico, (MTC E107 y ASTM D 422): Este ensayo definió los distintos tamaños que tiene el suelo estudiado, expresando un porcentaje por cada muestra obtenida de cada calicata realizada. Esto se logró, mediante el análisis por tamices, pasando de las mallas más grandes a las más pequeñas.

Tabla 5. Análisis granulométrico.

CANT. DE CALICATAS		CANT. DE MUESTRAS	FINO %	ARENA %	GRAVA %
1	PC-1	M2	0.50	95.50	0.00
2	PC-2	M2	3.10	96.70	0.20
3	PC-3	M2	3.90	95.90	0.20
4	PC-4	M2	3.80	96.10	0.10
5	PC-5	M2	3.70	96.20	0.10
6	PC-6	M2	2.10	96.50	1.40

Fuente: realizado por los propios autores.

Límite líquido (MTC E 110 y ASTM D 4318): Este análisis, se ejecutó para poder encontrar el contenido de humedad máximo indicado en porcentaje, perteneciente a la confluencia de la curva de flujo.

Tabla 6. Límite líquido.

CANT. DE CALICATAS		CANT. DE MUESTRAS	L. LÍQUIDO (LL)
1	PC-1	M2	23.52%
2	PC-2	M2	28.34%
3	PC-3	M2	22.34%
4	PC-4	M2	23.52%
5	PC-5	M2	22.42%
6	PC-6	M2	23.47%

Fuente: realizado por los propios autores.

Límite plástico (MTC E111 y ASTM D-4318): Este análisis se efectuó para poder hallar la proporción de humedad con la que cuenta nuestro suelo. Por ello, se desarrolló un cálculo numérico, para observar el índice de plasticidad, en donde el LL y el LP indican un valor hacia el volumen de humedad por lo que el suelo puede permanecer en su fase plástica.

Tabla 7. Límite plástico.

CANT. DE CALICATAS	CANT. DE MUESTRAS	L. PLÁSTICO (LP)	ÍND. DE PLASTICIDAD (IP)
1	PC-1	M2	NP
2	PC-2	M2	NP
3	PC-3	M2	NP
4	PC-4	M2	NP
5	PC-5	M2	NP
6	PC-6	M2	NP

Fuente: realizado por los propios autores.

Contenido de humedad (MTC 108 y ASTM D 2216): Este ensayo se realizó para ver la cantidad de agua que presentó la muestra. Llegando a ser la relación, peso del agua conjuntamente con el del suelo secado al horno y se expresa como porcentaje.

Tabla 8. Contenido de humedad.

CANT. DE CALICATAS		CANT. DE MUESTRAS	CONTENIDO DE HUMEDAD
1	PC-1	M2	3.11
2	PC-2	M2	4.04
3	PC-3	M2	4.41
4	PC-4	M2	5.07
5	PC-5	M2	4.64
6	PC-6	M2	3.99

Fuente: realizado por los propios autores.

Gravedad específica (MTC E113 ASTM D 854): Este ensayo se cumplió para hallar el peso específico, concerniente a los sólidos de las muestras por calicata, determinando el volumen de la misma con un peso igual al del agua. Lo que indicó, que tan leve o pesado es nuestro material respecto al agua, viendo la relación entre grados de vacíos y de saturación.

Tabla 9. Gravedad específica.

CANT. DE CALICATAS		CANT. DE MUESTRAS	GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS
1	PC-1	M2	1.65
2	PC-2	M2	1.66
3	PC-3	M2	1.65
4	PC-4	M2	1.66
5	PC-5	M2	1.65
6	PC-6	M2	1.65

Fuente: realizado por los propios autores.

Ensayo de compactación (MTC E 115 y ASTM D 1557): Este ensayo se ejecutó para ver el acrecentamiento de densidad, lo cual tiene una derivación importante

en el aumento de las características del suelo, como la permeabilidad, resistencia y compresibilidad. Esto sin que sobrepase los límites en la forma de compactación.

Tabla 10. Ensayo de compactación.

CANT. DE CALICATAS		CANT. DE MUESTRAS	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
1	PC-1	M2	1.83	6.75
2	PC-2	M2	1.83	6.83
3	PC-3	M2	1.83	6.82
4	PC-4	M2	1.83	6.75
5	PC-5	M2	1.84	6.82
6	PC-6	M2	1.84	6.82

Fuente: realizado por los propios autores.

CBR (California Bearing Ratio/ MTC E 132 y ASTM D1883): Este análisis se ejecutó con el objetivo de tener una guía de la superficie de la subrasante, subbase y base para el pavimento. Midió esencialmente la resistencia de cortante bajo restricciones de humedad y densidad controladas previamente.

Tabla 11. California Bearing Ratio (CBR).

CANT. DE CALICATAS		CANT. DE MUESTRAS	PROCTOR 95%	PROCTOR 100%
1	PC-1	M2	13.33	17.37
2	PC-2	M2	13.94	16.37
3	PC-3	M2	12.72	16.58
4	PC-4	M2	13.63	16.67
5	PC-5	M2	13.02	16.73
6	PC-6	M2	13.02	16.73

Fuente: realizado por los propios autores.

De acuerdo con el tercer objetivo específico: efectuar un análisis de tráfico para aliviar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado urbano Alto Trujillo. Se tuvo que considerar lo siguiente:

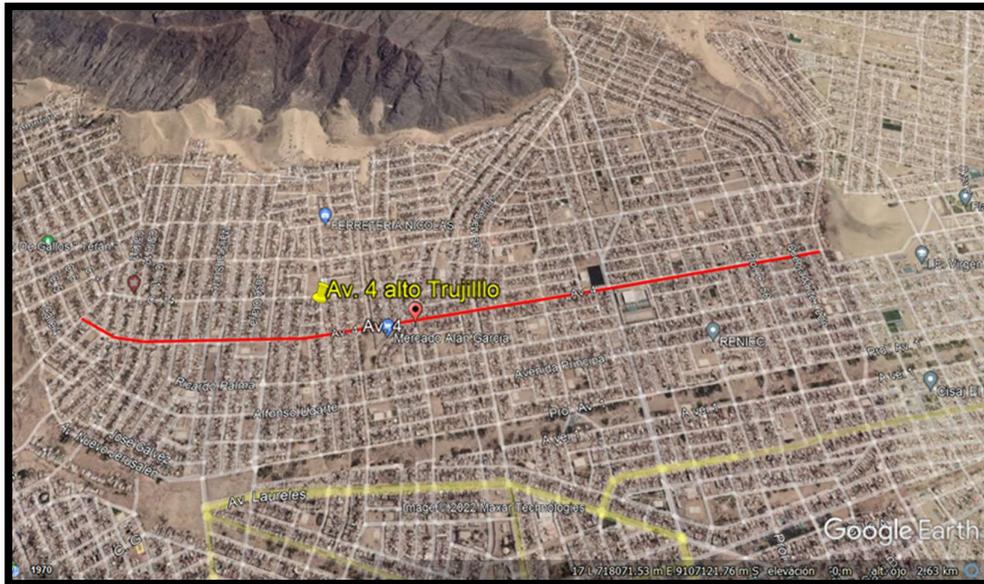


Figura 4. Zona donde se encuentra ubicado el proyecto.

Fuente: Google Earth.

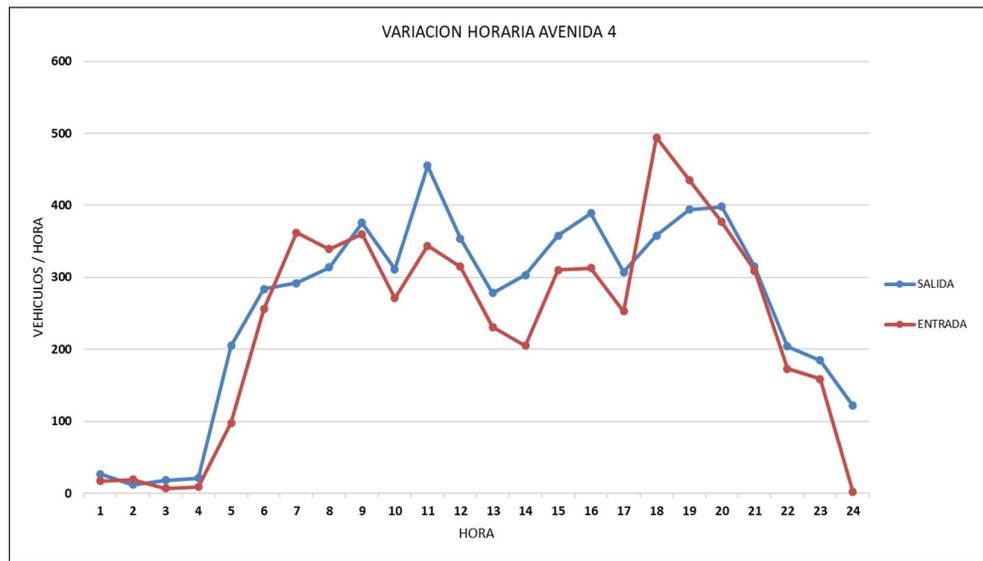
Se logró obtener la siguiente información sintetizando el conteo vehicular que se realizó durante siete días, conforme las normas que presenta el MTC (Anexo 6).

Tabla 12. Conteo vehicular y clasificación de vehículos.

DÍAS	AUTO	STATION W.	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		TOTAL
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	
JUEVES	951	131	46	7	318	42	63	0	54	4	1616
VIERNES	952	137	48	9	319	24	114	0	32	4	1639
SÁBADO	1044	148	75	17	360	54	91	0	32	6	1827
DOMINGO	949	152	78	14	322	105	65	0	38	6	1729
LUNES	947	134	71	22	313	57	90	0	67	9	1710
MARTES	950	158	82	14	328	83	88	0	53	9	1765
MIÉRCOLES	978	179	81	27	313	65	90	0	52	14	1799
TOTAL	6771	1039	481	110	2273	430	601	0	328	52	12085
	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS				

Fuente: realizado por los propios autores

Gráfico 1. Variación horaria de automóviles en la avenida 4.



Fuente: realizado por los propios autores.

Explicación: de acuerdo con el gráfico de líneas por categorías, se puede observar que la variación de automóviles según la entrada y salida son similares, las horas con mayor transitabilidad de vehículos durante día, son en la mañana de 10 a 11 a.m. y para la tarde de 5 a 6 p.m.

Para averiguar el Índice Medio Diario, se tuvo que considerar el número total de automóviles que transitaban durante las 24 horas en dicha zona.

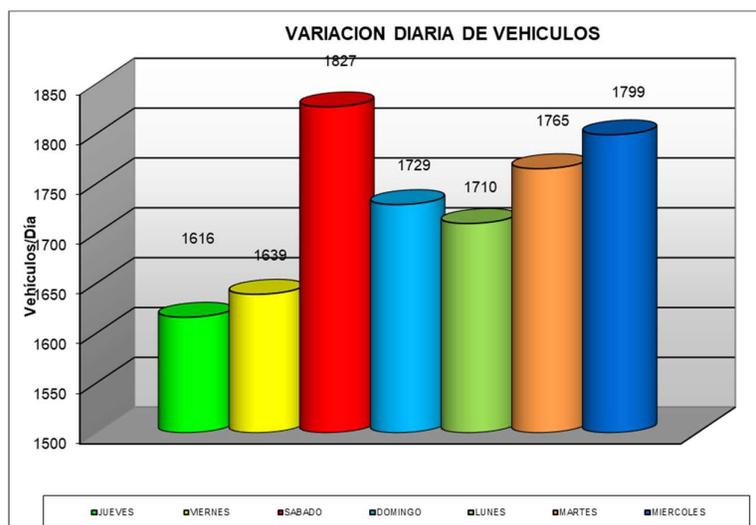
$$IMD = \sum .n^{\circ} \text{ Automóviles frecuentados por día.}$$

Tabla 13. Índice Medio Diario en la avenida 4.

Días	Número (veh/día)
JUEVES	1616
VIERNES	1639
SÁBADO	1827
DOMINGO	1729
LUNES	1710
MARTES	1765
MIÉRCOLES	1799
TOTAL	12085

Fuente: realizado por los propios autores.

Gráfico 2. Cantidad de automóviles por día en la avenida 4.



Fuente: realizado por los propios autores.

Explicación: mediante el gráfico mostrado, realizado a través de la herramienta de cálculo numérico Excel, se determinó que el día con gran magnitud de automóviles durante los 7 días en la avenida 4 del asentamiento humano Alto Trujillo, es el día sábado, con un conteo de 1827 vehículos.

Continuamente, se desarrolló el cálculo del índice Diario Semanal, el cual se consiguió a través de la capacidad de tráfico diario, contabilizando los diferentes tipos de vehículos durante una semana.

$$IMDS = \frac{(\sum Veh)}{7}$$

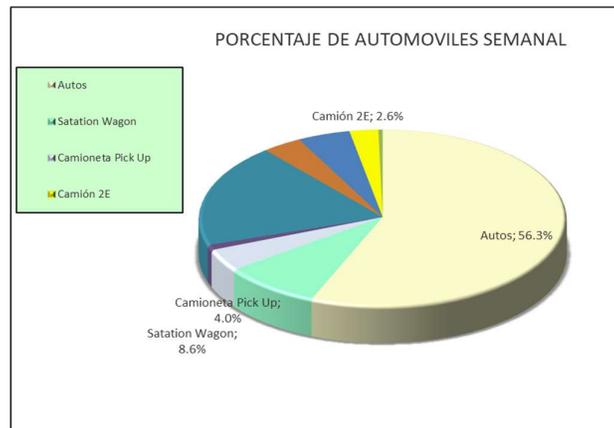
Veh= Volumen vehicular por 7 días.

Tabla 14. Índice Medio Diario Semanal en la avenida 4.

Tipo de Vehículos	IMDS	Distribución
		%
Autos	967	56.0%
Station W.	148	8.6%
C. Pick Up	69	4.0%
C. Panel	16	0.9%
C. Rural	325	18.8%
Micro	61	3.5%
Ómnibus 2E -3E	86	5.0%
Camión- 2E	47	2.7%
Camión-3E	7	0.4%
TOTAL, IMDS	1726	100.0%

Fuente: realizado por los propios autores.

Gráfico 3. Porcentaje de automóviles por semana en la avenida 4.



Fuente: realizado por los propios autores.

Explicación: mediante el gráfico circular elaborado en el programa Excel, se pudo apreciar que en la avenida 4, del Centro Poblado Alto Trujillo, se logró presenciar más vehículos ligeros en el tramo de estudio, por lo cual se diagnosticó que los autos, destacan con un mayor porcentaje, siendo este de 56.3%.

Tabla 15. Índice Medio Diario Anual en la avenida 4.

Tipo de Vehículos	IMDA	Distribución
		%
Autos	1020	56.3%
Station W.	156	8.6%
C. Pick Up	73	4.0%
C. Panel	17	0.9%
C. Rural	343	18.9%
Micro	64	3.5%
Ómnibus 2E -3E	85	4.7%
Camión -2E	47	2.6%
Camión -3E	7	0.4%
TOTAL, IMDA	1811	100.0%

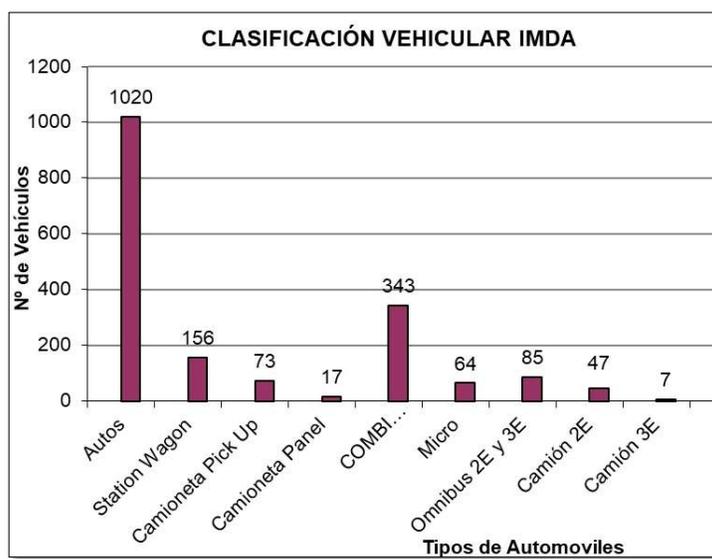
Fuente: realizado por los propios autores.

Para encontrar el índice Medio Diario Anual, se empleó el factor de corrección, tanto para automóviles livianos y pesados que son extraídos de los peajes, en este caso se escogió el peaje de Chicama, por la razón que se encuentra más cerca de la zona de estudio (Anexo 7 y 8).

$$IMDA = IMDS \times FC$$

FC: Factor de corrección estacional.

Gráfico 4. Cantidad de automóviles transitados por año en la avenida 4.



Fuente: realizado por los propios autores.

Explicación: mediante el esquema de barras se determinó que los automóviles sobresalientes en este año son los automóviles con una cifra de 1020 vehículos por día.

Gráfico 5. Composición del tráfico por año en la avenida 4.



Fuente: realizado por los propios autores.

Explicación: mediante el diagrama circular se logró determinar que los automóviles que circulan por la avenida 4 son en su mayoría vehículos ligeros con un 92.4%. Por ello, es aceptable realizar un proyecto de asfalto flexible en este territorio estudiado, en el cual se utilizó el AASHTO 93.

Para precisar la demanda proyectada, se consideró el año futuro de proyección, el cual en este caso es de 20 años, igualmente, la tasa anual de crecimiento de transporte liviano y pesado por departamento (Anexo 9).

$$T_{on} = T_0 \times (1 + r)^{n-1}$$

Ton = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

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

n = Años de la etapa de diseño.

r = Tasa anual de incremento de tránsito.

Tabla 16. Demanda proyectada para el 2042.

Tipo de Vehículos	IMDA	Distribución. %	2042	Distribución %
Autos	1020	56.3%	1294	54.9%
Station W.	156	8.6%	198	8.4%
C. Pick Up	73	4.0%	93	3.9%
C. Panel	17	0.9%	22	0.9%
C. Rural	343	18.9%	435	18.5%
Micro	64	3.5%	81	3.4%
Ómnibus 2E - 3E	85	4.7%	145	6.1%
Camión- 2E	47	2.6%	79	3.4%
Camión- 3E	7	0.4%	12	0.5%
TOTAL, IMDA	1811	100.0%	2359	100.0%

Fuente: realizado por los propios autores.

Explicación: a través de la demanda proyectada al 2042, la demanda de automóviles aumentó a 548 vehículos por día.

De igual manera, una vez adquirida la demanda proyectada y el IMDA, se pasó a encontrar el valor del Factor direccional (0.50) y el Factor carril (0.80), respectivamente por tener dos calzadas con separador central de dos sentidos para dos carriles por cada sentido. Valores ofrecidos por MTC en la sección suelos y pavimentos (Anexo 10). Seguidamente, se pasó a encontrar el Factor de crecimiento acumulado, resultando lo sucesivo:

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

n= Año futuro de proyección.

r= Tasa anual de crecimiento de tránsito.

Tabla 17. Factores de crecimiento acumulado (Fca).

Fca. Pesados	26.42
Fca. Livianos	22.59

Fuente: realizado por los propios autores.

Por último, se estableció la cantidad de ejes equivalentes, tomando los datos que ofrece el manual del MTC, en el cual se mencionan las cargas de los ejes que tiene cada tipo de automóvil.

$$ESAL_{carril} = (IMD \times 365) \times (Fd \times Fc) \times \text{factor camión}$$

Tabla 18. Cantidad de Ejes Equivalentes.

Tipos de vehículos	IMD	Veh/Año	Veh/Carril	Fc	ESAL-Carril	Fca	ESAL
Vehículos Ligeros	1586	578890	231556.00	0.000 1	23.156	22.590	523.081
Bus 2 E	86	31390	12556.00	3.477	43657.212	26.422	1153489.409
Camión 2 E	47	17155.00	6862.00	3.477	23859.174	26.422	630395.375
Camión 3 E	7	2555.000	1022.00	2.526	2581.572	26.422	68209.027
TOTAL	1726	629990	251996				1852616.892

Fuente: realizado por los propios autores.

Explicación: Con la ayuda del manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se logró definir una categoría de tráfico pesado lo cual está indicado en Ejes Equivalentes en un Tp6, ($>1\ 500,000\ EE \leq 3\ 000,000\ EE$) por lo que el cálculo del ESAL resultó 1852616 EE (Anexo 11).

De acuerdo con el cuarto objetivo específico: realizar el diseño geométrico para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. Se empleó el Manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005 (VCHI), para generar las mejores condiciones de los elementos que integran la vía.

Según la clasificación por demanda, la avenida 4 se cataloga como vía colectora porque tiene por propósito permitir la circulación vehicular de las vías locales a las arteriales y dan servicio al tránsito de paso como a las propiedades vecinas. (Anexo 12) Asimismo, con respecto al tráfico que tienen estas vías varían de 1000 a 8000

veh/día, en este caso nuestro tráfico calculado, el IMD es de 12085 veh/día, correspondiente al TP6.

Otro criterio para el diseño geométrico de la vía, es la orografía, la cual presenta una de tipo ondulada. También, el vehículo de diseño que se consideró, es un B2 con las siguientes características según lo especifica el DG-2018.

Tabla 19. Características de vehículo de diseño

Tipo de vehículo	Alto (m)	Ancho total(m)	Largo(m)	Longitud entre ejes(m)
B2	4.10	2.60	13.20	8.25

Fuente: realizado por los propios autores.

En relación a la idea anterior, la velocidad de diseño adoptada fue de 40 km/h de acuerdo al VCHI, por ser una vía colectora.

Por otro lado, el radio de giro, permite determinar la distancia del vehículo para cambiar de sentido o girar a 180°, los radios mínimos no deben superar los 15 km/h.

Por esto para este proyecto se usó 7.40m.

VEHICULO TIPO DEL PROYECTO	DIMENSIONES DEL VEHICULO (mts)			DIMENSIONES DEL RADIO GIRO MINIMO (mts)		
	L (2)	Ancho (Max)	H (Max)	Re (3)	Rl (4)	Sa
AUTOMOVILES	4.75	2.1	1.6	5.8	4.2	0.5
CAMIONES (Unidad que representa a aquellos con 12.3 y 13.2 mts de largo)	12.3 / 13.2	2.6	4.1	12.8	7.4	1.3
CAMIONES (Unidad que representa a aquellos con 20.5 mts de largo)	20.5	2.6	4.1	14	6	0.5
CAMIONES REMOLQUES (Unidad que representa a aquellos con 23 mts de largo)	23	2.6	4.65	15.5	6	0.5
BUS (B2)	13.2	2.6	4.1	12.8	7.4	1.3
BUS (B3-1 y B4-1)	14.0 / 15.0	2.6	4.3	13.5	6.6	0.5
BUS ARTICULADO (BA-1)	18.3	2.6	4.3	16	4.3	0.5

Figura 5. Radios mínimos.

Fuente: VCHI

De la misma forma, se estableció la distancia de visibilidad, este es el trayecto que el conductor al percatarse de una situación riesgosa busca detener el vehículo y se

conoce como la distancia de parada. Como establece el manual del VCHI, para una velocidad de 40 km/h es 45 m.

Continuando con el diseño, se procedió a realizar el alineamiento horizontal (diseño en planta), este tiene como propósito la conservación de la velocidad directriz en toda la avenida 4 permitiendo una correcta integración de los carriles de circulación. Después, se pasó al diseño del alineamiento vertical (perfil longitudinal).

De este modo, las características geométricas de las secciones transversales son:

Ancho de calzadas: el ancho de la calzada es de 7.00 con dos carriles de 3.50 m cada uno.

El Separador central: es de 0.60m

Bombeo: se consideró un bombeo del 2% porque en la zona hay poca presencia de precipitaciones y así evitar la acumulación del agua.

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3) 2.75	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento superior	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5 (1)	3.0 – 4.9

Figura 6. Porcentaje de bombeo.

Fuente: VCHI.

Sardineles: Para delimitar las calzadas y brindar confort a los peatones que pasan por esta zona. Estos tienen una altura de 15 cm y un ancho de 0.15 cm

Veredas: (1.50 -2.50m) de ancho.

Jardinera: (0.90-2.10 m) de ancho.

Adicionalmente, se consideró los martillos que tienen radios de 1.50m, 2.00m, 2.50m, 2.70m y 3.00m.

En función de lo planteado, para el diseño del pavimento flexible se tuvo que hacer uso de algunas ecuaciones, para descubrir el número estructural requerido y el de diseño para definir los grosores de la estructura del asfalto teniendo como base el CBR y ESAL de nuestros resultados.

Para la siguiente fase, se estableció el Módulo de Resiliencia (MR) empleando los datos del CBR de 16.37% en la subrasante, clasificándose como buena con categoría S3. La cual, se localiza en el manual suelos y pavimentos en la tabla 4.11 p. 37(Anexo 13).

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

$$\mathbf{Mr = 2555 \times 16.37^{0.64} \text{psi}}$$

$$\mathbf{Mr = 15289.10 \text{psi}}$$

Simultáneamente, se identificó el porcentaje de confiabilidad (%R), el cual coincide a los valores señalados en el manual de suelos y pavimentos para un Tp6 (Anexo 14), en donde la confiabilidad es de:

$$\mathbf{(\%R) = 85\%}$$

Luego, se obtuvo el resultado de la desviación estándar (Zr) teniendo en cuenta el tipo de tráfico, plasmado en el manual de suelos y pavimentos (Anexo 15). Por ende, su factor estadístico fue de:

$$\mathbf{Zr = -1.036}$$

En este sentido, se reconoció el valor de la desviación estándar combinada (So) que según la metodología AASHTO, indica usar valores entre 0.40 y 0.45. Pero conforme al manual de suelos y pavimentos (pág.126), nos proporciona una cifra exacta que es:

$$\mathbf{So = 0.45}$$

Al mismo tiempo, para precisar la servicialidad presente en la transitabilidad y comodidad de los usuarios se realizó la adición de la servicialidad inicial y final, resultando:

$$\mathbf{(\Delta \text{ PSI}) = P_i - P_t}$$

$$(\Delta \text{ PSI}) = 4.00 - 2.50$$

$$\mathbf{(\Delta \text{ PSI}) = 1.50}$$

$$P_i = 4.00 \text{ (S. inicial)}$$

Pt=2.50 (S. final)

Por esta razón, se desarrolló el cálculo del Número Estructural Propuesto que representa el grosor total del asfalto a colocar y este debe ser convertido al espesor efectivo de cada capa que lo integrará, haciendo uso de los coeficientes para luego utilizar la siguiente ecuación:

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

En Donde:

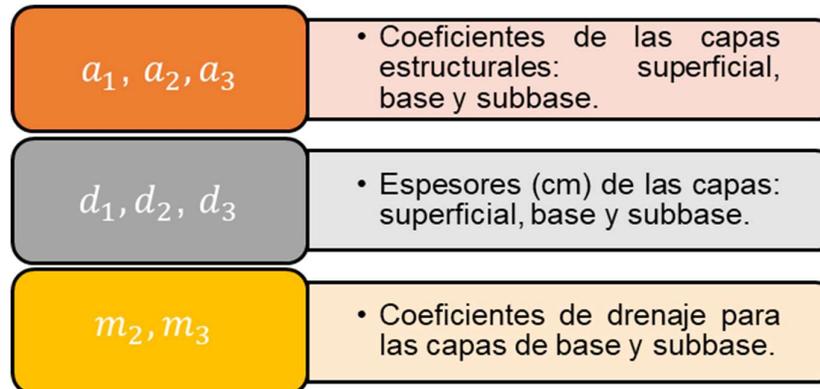


Figura 7. Datos del Número Estructural.

Fuente: realizado por los propios autores.

Para ello, se procedió con el cálculo del número estructural que se solicita para la subrasante (SN3) el cual fue de:

Tabla 20. Valor del SN3.

W18	CBR (%)	Mr (Psi)	R (%)	Zr	So	Δ PSI	SN3
1852616.89	16.37	158259.10	85	1.036	0.45	1.20	3.55

Fuente: realizado por los propios autores.

Este resultado se logró empleando el Ábaco de diseño que ofrece el AASHTO 93.

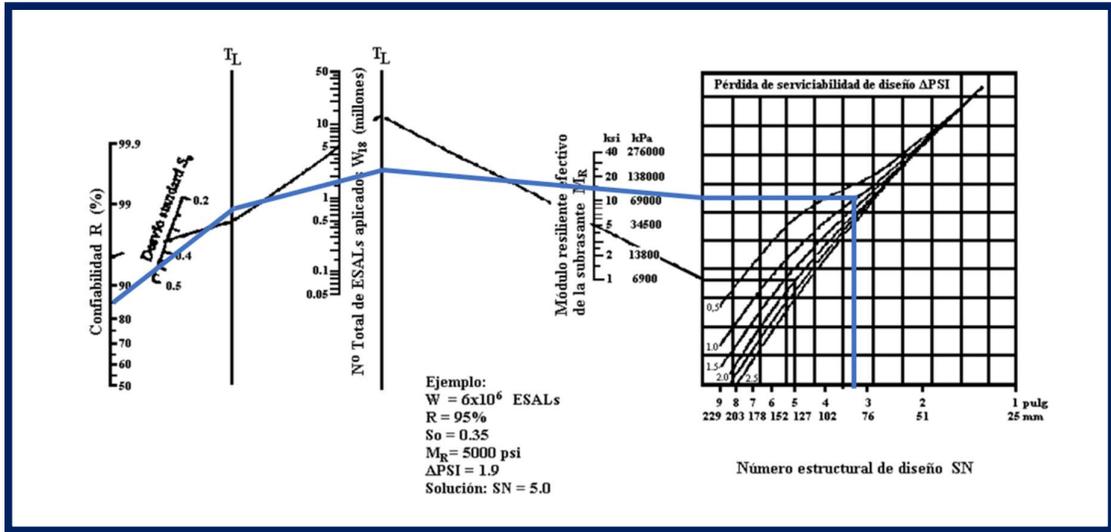


Figura 8. Resultado del ábaco de diseño para el SN3.

Fuente: realizado por los propios autores.

Después se pasó al desarrollo del número estructural de la sub base (SN2) el cual fue de:

Tabla 21. Valor del SN2.

W18	CBR (%)	Mr (Psi)	R (%)	Zr	So	Δ PSI	SN2
1852616.89	40	16875	85	1.036	0.45	1.20	3.2

Fuente: realizado por los propios autores.

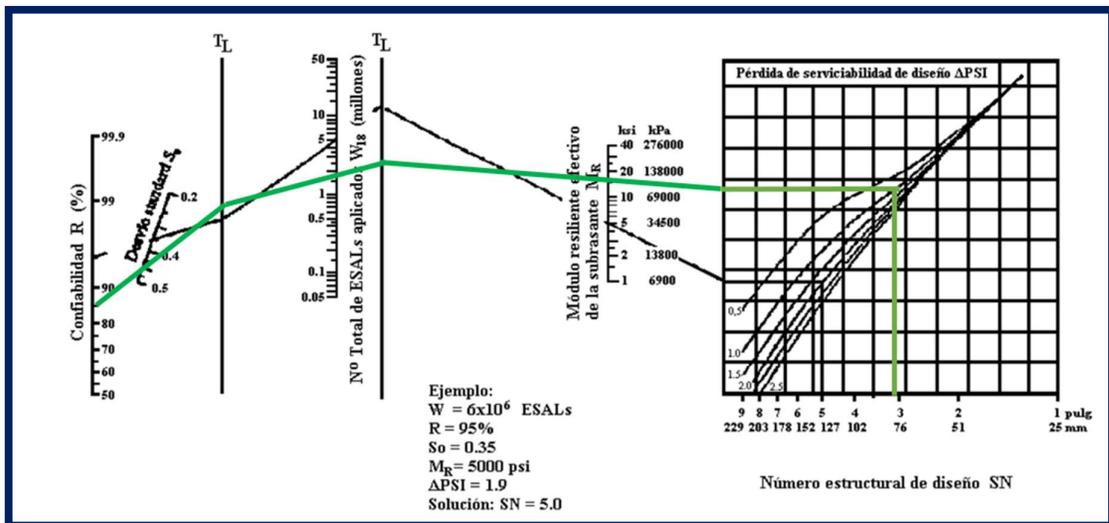


Figura 9. Resultado del ábaco de diseño para el SN2.

Fuente: realizado por los propios autores.

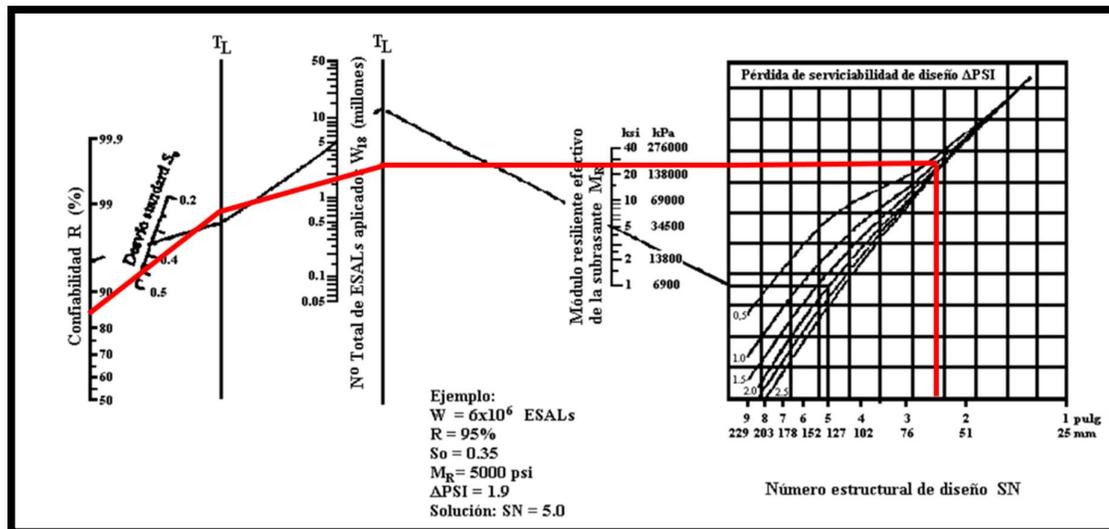
Por último, se calculó el número estructural de la base (SN1) el cual fue de:

Tabla 22. Valor del SN1.

W18	CBR (%)	Mr (Psi)	R (%)	Zr	So	Δ PSI	SN1
1852616.89	80	28333.33	85	1.036	0.45	1.20	2.50

Fuente: realizado por los propios autores.

Figura 10. Resultado del ábaco de diseño para el SN1



Fuente: realizado por los propios autores.

También se consideró los coeficientes estructurales de las capas para el desarrollo del cálculo numérico del tramo recurrente de la avenida 4 (Anexo 16), en donde se tiene los siguientes valores:

$$a_1 = 0.170/\text{cm}$$

$$a_2 = 0.052/\text{cm}$$

$$a_3 = 0.047/\text{cm}$$

Por lo tanto, se analizó el coeficiente de drenaje, según los parámetros del manual, el cual resultó ser un suelo de buen drenaje, porque el tiempo que dura el agua en ser evacuada es de un día (Anexo 17), dando los siguientes valores:

$$m_2 = 1.00$$

$$m_3 = 1.00$$

Asimismo, con los datos anteriores se determinó los grosores de las capas que conforman el asfalto flexible.

Primeramente, definió el grosor de la carpeta asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{2.50}{0.170}$$

$$D_1 = 14.70$$

Resultando el D1:14.70 cm. Pero, según los parámetros que nos ofrece el método de diseño del AASHTO 93 y el manual de carreteras, sugiere utilizar para un Tp6 el espesor mínimo de 9 cm (3.5") para la carpeta asfáltica. (Anexo 19).

$$D_{1ok} = 9cm$$

$$SN1_c = a_1 \times D_{1ok}$$

$$SN1_c = 0.170 \times 9 cm$$

$$SN1_c = 1.53$$

Segundamente, se procedió con el cálculo del grosor de base granular:

$$D_2 = \frac{SN2 - SN1_c}{a_2 \times m_2}$$

$$D_2 = \frac{3.2 - 1.53}{0.052 \times 1}$$

$$D_2 = 32.11$$

El resultado para el D2, fue de 32.11 cm. Pero según los parámetros que nos ofrece el diseño del AASHTO 93 y el manual de carreteras, propone utilizar para un Tp6 el espesor mínimo de 23 cm (9") para la base. En consecuencia, se empleó este valor.

$$D_2ok = 23cm$$

$$SN_{base} = a_2 \times D_2ok \times m_2$$

$$SN_{base} = 0.052 \times 23 \times 1.00$$

$$SN_{base} = 1.20$$

$$SN2_c = 1.20 + 1.53$$

$$SN2_c = 2.73$$

Se continuó con el cálculo del grosor de la subbase granular:

$$D_3 = \frac{SN3 - SN2_c}{a_3 \times m_3}$$

$$D_3 = \frac{3.55 - 2.73}{0.047 \times 1}$$

$$D_3 = 17.45cm \approx 17 cm$$

El resultado para el D3, fue de 17 cm. Asimismo, según los parámetros que nos ofrecen el método de diseño del AASHTO 93 y el manual de carreteras, se recomienda utilizar para un Tp6 el espesor mínimo de 15 cm (6") para la subbase.

$$D_3ok = 17 cm$$

$$SN_{sub-base} = a_3 \times D_3ok \times m_3$$

$$SN_{sub-base} = 0.047 \times 17 \times 1$$

$$SN_{sub-base} = 0.80$$

$$SN3_c = SN_{sub-base} + SN_{base} + SN1_c$$

$$SN3_c = 0.80 + 1.44 + 1.53$$

$$SN3_c = 3.77$$

Se hizo la siguiente verificación correspondiente para ver que sea conforme:

$$SN3 \leq SN1_c + SN_{base} + SN_{sub-base}$$

$$3.55 \leq 1.53 + 0.80 + 1.44$$

3.55 ≤ 3.77 es conforme.

Por consiguiente, los grosores del pavimento quedaron de la siguiente manera.

Tabla 23. Grosos del pavimento.

Capas	Grosos de las capas(cm)
Carpeta Asfáltica	9
Base	23
Sub base	17

Fuente: realizado por los propios autores.

V. DISCUSIÓN

Consecutivo a los resultados obtenidos se efectuaron las discusiones correspondientes a cada objetivo de forma clara y ordenada. Por esta razón, se analizó minuciosamente los datos obtenidos de los trabajos vinculados a este proyecto de investigación.

En este sentido se comprende que el primer objetivo específico, realizar el levantamiento topográfico para poder diseñar el pavimento flexible en la avenida 4 del centro poblado, Alto Trujillo. Se encontró una topografía ondulada equivalente a una pendiente del 12.67%. De acuerdo al Diseño Geométrico (DG 2018, pág.14) pertenece a una orografía de tipo 2. Por la cual, se necesita un moderado movimiento de tierras. Por otra parte, Valdiviezo y Villarreyes (2021), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo, diseñar un pavimento flexible, en la provincia de Sullana. En este consideró, como primer objetivo específico, realizar un levantamiento topográfico. Resultando, de este estudio que la orografía de la zona era llana contando con una pendiente mínima y máxima de 0.68% y 1.38% respectivamente.

En cuanto, al segundo objetivo específico, efectuar un análisis de suelos en la avenida 4 para optimizar la transitabilidad en el Alto Trujillo. Se obtuvieron los siguientes datos de los estudios realizados dieron como resultado una arena uniforme sin índice de plasticidad, registrado por el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como una SP en condición seca, semi compacta de color beige claro. El cual a una profundidad continúa mayor de 3m sigue siendo arena uniforme de grano fino. Es por ello, que se encontró un CBR de 16.37%, siendo clasificado con una categoría S3 como subrasante buena de acuerdo a las condiciones para un buen diseño estructural del asfalto flexible. La cual, se halla en el manual de carreteras en la tabla 4.11 pág. 37 (Anexo 11), esto es apto para resistir las cargas vehiculares conforme al tránsito de esta zona. Olivares (2019), en su tesis, obtuvo los siguientes resultados. En el análisis de suelos realizado en la avenida principal en el sector 2 del Alto Trujillo, se encontró un suelo de arena fina suelta seca SP. Asimismo, para ver la capacidad portante de su suelo y ver donde pueda asentarse el paquete estructural hallaron el cálculo del CBR, el cual arrojó un 29.34%, llegando a clasificarlo como una subrasante de buena categoría. En

donde, consideraron a este análisis como uno de los estudios fundamentales para lograr diseñar un pavimento flexible en su investigación. De acuerdo con la información vertida aceptamos la teoría de los autores que, la determinación del CBR presenta valores fundamentales en la obtención de los grosores del pavimento.

En cuanto, al tercer objetivo específico, efectuar un análisis de tráfico para aliviar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. Se ha verificado, que el estudio de tráfico realizado la primera semana de septiembre nos dio un valor del IMDA de 1811 veh/día, teniendo en consideración una proyección de 20 años. La demanda proyectada para el 2042, será de 2359 veh/día, donde se observó que las horas con mayor congestión vehicular en la mañana es de 10:00 a 11:00 y por la tarde de 5:00 a 6:00. Asimismo, se obtuvo un porcentaje para vehículos ligeros de 97.4% y un 2.6 % de vehículos pesados. Además, se clasificó a esta carretera como una de segunda clase. Según Bermúdez y Ramos (2019), el IMDA fue de 2509 veh/día en la prolongación avenida uno y 3402 veh/día en la prolongación Sinchi Roca, con un diseño de 20 años, Además, las horas con mayor tráfico eran de 7:00 a 9:00 a.m., 12:00 a 2:00 p.m. y 4:00 a 5:00 p.m., encontrando un congestionamiento vehicular en las mencionadas prolongaciones, donde los vehículos más frecuentados son los de tránsito ligero. Por eso, las prolongaciones mencionadas tienen un ESAL de 2 '298,783 EE y 2 '255,156 EE respectivamente. Por otra parte, el cálculo del ESAL en nuestra investigación dio una cifra de 1'852,616 EE. De esta manera, se verificó en el Manual de suelos y pavimentos del MTC; clasificando al tráfico pesado de acuerdo a sus EE, resultando ser un tráfico de tipo Tp6 ($>1\ 500,000\ EE \leq 3\ 000,000\ EE$), lo cual indica que la transitabilidad en las dos indagaciones es una transitabilidad moderada.

En relación, al cuarto objetivo específico: realizar el diseño geométrico para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. Se consiguió los componentes de la vía, siendo los siguientes: Para el ancho de la calzada se determinó una longitud de 7m, con un ancho de carril de 3.50 m cada uno. El bombeo fue 2% debido a que en esta zona hay poca presencia de precipitaciones, los sardineles de 0.15 m de ancho. Por último, las veredas varían de 1.50 a 2.50 y las jardineras de 0.90 a 2.10. Puesto que, estas se crean debido a la desigualdad

del terreno que existe en la zona. Teniendo como criterio de diseño una velocidad de 40 km/h. Asimismo, Castillo (2021) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el diseño geométrico empleando el DG, 2018 para la mejora de la transitabilidad del camino Agua Blanca en Huánuco. Llegando a los siguientes resultados; las características que mejoran la transitabilidad de la vía en este lugar son: el ancho de la calzada de 5m, un bombeo de 2%, una velocidad de diseño de 30 km/h y adicionalmente la incorporación de cunetas. Concluyendo que con estos parámetros se mejorará la transitabilidad de este camino vecinal. En este sentido, algunas de estas características tienen relación con nuestros resultados, usando el manual de diseño geométrico para vías urbanas -2005.

En función al objetivo general planteado, diseñar el pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. Se empezó realizando el levantamiento topográfico. Después, del análisis de suelos realizado, se determinó que corresponden a un suelo de arenas finas con un CBR de 16.37%. Asimismo del estudio de tráfico, se fijó el diseño proyectado por 20 años, presentando un ESAL de 1'852,616 EE perteneciente al tráfico Tp6, lo cual significa que está a un nivel moderado respecto al tránsito vehicular. De acuerdo con estos resultados, se continuó con el dimensionamiento de los espesores, teniendo en cuenta el SN (Número Estructural) obtenidos de los ábacos de diseño del AASHTO 93 para cada capa del asfalto, la cual para la subbase se tuvo 17 cm, para la base 23 cm y para la carpeta superficial en caliente de 9 cm. Por último, teniendo como guía al AASHTO y las especificaciones que nos brinda el MTC y el Manual de diseño de vías urbanas, se definió las características del tramo de estudio, como el ancho de las calzadas, de 7 m con dos carriles de 3.50 m cada uno, berma central de 0.60 m y las veredas para ambos lados de (1.50-2.50m) de ancho. Según, Chuna (2019), en su tesis realizada, tuvo como objetivo plantear un diseño de una infraestructura vial empleando la metodología AASHTO 93 en el sector Santa Rosa, ubicada en Ventanilla. Llegó a obtener los siguientes resultados: de los estudios de tráfico realizados arrojaron un Índice Medio Diario Semanal (IMDS) de 218 automóviles por día y un medio anual de 226 veh/día, considerando un Tp6. Así mismo, del estudio de suelos se concluyó que era de tipo granular con presencia de gravas y contaba con 57.2% de CBR. El investigador, empleando el método AASHTO 93,

llegó a obtener los espesores que tenía el pavimento flexible, 3.5" de capa asfáltica, 6 pulgadas para la capa de base y 4 pulgadas en la capa de la subbase granular. Comparando estos valores obtenidos aplicando los ábacos y ecuaciones ofrecidos por el AASHTO 93 y el Manual del MTC, se puede afirmar que estos espesores analizados del pavimento son correctos.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó, el levantamiento topográfico en la avenida 4, donde se presentó una topografía ondulada equivalente a una pendiente del 12.67%, lo que indica que no se necesita un gran movimiento de tierras.
2. Se concluyó, en el análisis de suelos realizado en la avenida 4, integra un suelo de Arena Uniforme, identificado por el SUCS correspondiente a un SP en estado seco, con un CBR de 16.37% compactado al 100%, donde se clasifica a la subrasante en una categoría S3, la cual resulta ser buena para el diseño. De esta manera, se obtuvo el Mr (Módulo de Resiliencia) de 15289.10 psi, el cual dependió del porcentaje de CBR obtenido.
3. Se efectuó, el análisis de tráfico en la avenida 4, donde la transitabilidad dio un IMDA con 1811 veh/ día. Asimismo, el ESAL fue de 1 '852,616 EE, lo que demostró estar en el rango de tráfico Tp6, perteneciente a un flujo moderado, de acuerdo a lo estipulado en el Manual de carreteras del MTC.
4. Se realizó el diseño geométrico en la avenida 4, donde se consiguió las características que conforman la vía como: el ancho de la calzada de 7.00 m con dos carriles de 3.50 m cada uno, un separador central de 0.60m, un bombeo de 2%, veredas de (1.50-2.50m) y jardineras con un ancho de (0.90-2.10m), estas medidas varían de acuerdo al terreno. Adicionalmente, se consideró los martillos que tienen radios de 1.50m, 2.00m, 2.50m, 2.70m y 3. 00m. Teniendo como criterios de diseño la velocidad de 40 km/h y el vehículo B2.
5. Se diseñó el pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 para la avenida 4 por un periodo de 20 años, obteniendo los espesores correspondientes, para la subbase fue de 17 cm, la base de 23 cm y la carpeta asfáltica de 9 cm. Siendo este económico y rentable a comparación de otros pavimentos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estar familiarizados con los equipos topográficos, ya que es de vital importancia su correcta instalación para realizar un buen levantamiento en el terreno y evitar problemas en el desarrollo. Además, tener en cuenta, la calibración de los equipos a emplear.
2. Es de utilidad realizar el estudio de suelos para ver el porcentaje de CBR de diseño. De igual manera, en cada calicata realizada se debe obtener un CBR para tomar como referencia al más crítico, tal como se hizo en este estudio. Por último, ver si el suelo contiene aguas freáticas que pueda dañar la cimentación a lo largo de su vida útil.
3. Se recomienda para diseñar un asfalto flexible es de suma importancia realizar un correcto análisis de tráfico para obtener datos reales, el cual proporciona la capacidad de carga vehicular a la que está sometido el paquete estructural. Igualmente, se debe tener en consideración el crecimiento poblacional y el peaje más cercano a emplear para tener valores más exactos que nos ayuden a llevar a cabo este estudio.
4. Se sugiere, para el diseño geométrico determinar previamente los criterios, como el vehículo y velocidad de diseño para pasar al diseño en planta y perfil, utilizando adecuadamente las normas existentes para que no haya problemas más adelante.
5. Se recomienda en el diseño del pavimento flexible, usar la metodología AASHTO 93 y la del MTC en el todo el desarrollo. Con respecto a los materiales a emplear se deben cumplir con las especificaciones técnicas para prevenir problemas o fallas en un futuro. Teniendo en cuenta un sistema de bombeo adecuado para evacuación de las precipitaciones que se puedan presentar.

REFERENCIAS

1. APARECIDA, Thais; PRADO, Carlos y BARBOSA, Heliana. The effect of axle load spectra from AASHTO method on flexible pavement performance. Ingeniería Civil [en línea]. 2017, vol. 41, n.º 1. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v41i1.35117>
ISSN: 1807-8664.
2. ARIAS, Rodrigo y RODRÍGUEZ, José. Criterios ambientales y socioeconómicos para priorizar inversiones en la red vial de Costa Rica. Artículo Científico [en línea]. 2018, vol. 20, n.º 35. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2022].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/iv.v20i35.34830>
3. ARREDONDO, Edgar; GOMEZ, Rigoberto; LALAMA, Robert y CHOEZ, Luis. Investigación científica y estadística para el análisis de datos. Revista científica [en línea]. 2020, vol. 8, n.º 1. [Fecha de consulta: 14 de junio de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i1.2411>
4. BARRETO, Shirley; BANGUERA, Jonathan y CÓRDOVA, Javier. Análisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante AASHTO 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehículos. Revista Universidad y Sociedad [en línea]. 2018, vol. 10, n.º 1. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2022].
Disponible en: <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
5. BERMUDEZ, Carlos y RAMOS, Yuvickza. Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la prolongación av. Uno y la prolongación Sinchi Roca, en el centro poblado Alto Trujillo, Trujillo - la libertad. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5380>
6. CAL, Rafael; REYES Spínola, Mayor y JAMES Cárdenas, Grisales. Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. [en línea]. México:

Ediciones Alfaomega, S.A de C.V. 7ª edición. 2007. [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2022].

ISBN 970-12-1003-4

7. CAMPAGNOLI, Sandra. Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales. Revista de Ingeniería [en línea]. 2017, (45). [Fecha de Consulta 21 de mayo de 2022].
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121052004006>
ISSN: 0121-4993.
8. CASTILLO, José. Diseño geométrico empleando norma DG-2018 para mejorar la transitabilidad vehicular - camino vecinal de Agua Blanca distrito de Monzón-Huánuco Tesis (Ingeniería Civil). Callao, Perú: Universidad César Vallejo, 2021.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58274>
9. CASTRO, María; CASTRO, Luis y CASTRO, Prissila. Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido. Polo del Conocimiento [en línea]. 2020, vol. 5, n.º 9. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.23857/pc.v5i9.1717>
10. CRUZ, Sleyther y PAREDES, Guirlo. Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. Revista Ingeniería [en línea]. 2021, n.º 21. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.36561/ING.21.9>
11. CHUNA, Julio. Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad usando el Método AASHTO 93 en la Urbanización Santa Rosa Ventanilla-Callao, 2019. Tesis (Ingeniería Civil). Callao, Perú: Universidad César Vallejo, 2019.
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44498>
12. CHAVEZ, Roció. Diseño del pavimento flexible para la av. Morales Duárez, de la vía expresa línea amarilla en la ciudad de Lima. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018.
Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2230>

13. COLANA, Roger. Diseño del Pavimento Flexible Utilizando los Métodos AASHTO 93 en el Instituto del Asfalto en la Av. Santa Fortunata – Moquegua, 2021. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, 2021.
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71138>
14. CARDOZA, Mari Alejandra; ANGULO, Gina y PALOMINO, Karol. Pavimento flexible utilizando una mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado para su sostenibilidad en Colombia. Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo [en línea]. 2019, vol. 10, n.º 2. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.25213/2216-1872.16>
15. CISNEROS, Alicia; GUEVARA, Axel; URDANIGO, Johnny y GARCÉS, Julio. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de pandemia. Ciencias Económicas y Empresariales [en línea]. 2022, vol. 8, n.º 1. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2022].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546>
16. CRUZ, Sleyther y PAREDES, Guirlo. Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. Revista Ingeniería [en línea]. 2021, n.º 21. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.36561/ING.21.9>
17. GUERRERO, Cristian y CRUZ, Lucio. Estudio experimental de clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas en el suroccidente colombiano con el método SUCS, el AASHTO y un nuevo método de clasificación de suelos. Revista de Ingeniería [en línea]. 2018, vol. 36, n.º 2. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2022].
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>
18. GONZALES, Oscar y MANAY, Danny. Pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el centro poblado Ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo - departamento de Lambayeque. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres, 2020.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/7892>

19. HIROOKA, Amanda; VARGAS, Fernando; PRADO, Carlos y BARBOSA, Heliana. Efecto de la variación del volumen diario promedio y la tasa de crecimiento del tráfico en el desempeño de los pavimentos flexibles. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería* [en línea]. 2019, vol.27, n.º 1. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2022].

Disponible

en:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000100058&lng=en&nrm=iso.

ISSN 0718-3305.

20. HERNANDEZ, Carlos y CARPIO, Natalia. Introducción a los tipos de muestreo. *Revista Científica* [en línea]. 2019, vol. 2, n.º 1. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>

21. HERNANDEZ, Sandra y DUANA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Revista Científica* [en línea]. 2020, vol. 9, n.º 17. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2022].

Disponible en:

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>

ISSN: 2007-4913

22. INGUILLAY, Lisbeth; TERCERO, Silvia; LOPEZ, Jose. Ética en la investigación científica. *Revista Imaginario Social* [en línea]. 2020, vol. 3, n.º 1. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.31876/is.v3i1.10>

23. La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país. [Mensaje en un blog]. Perú: Andalucía Guzmán Boza (05 de diciembre 2015). [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/12/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>

24. MANAYAY, Lenin y MUDARRA, Robert. Estudio de transitabilidad vial en la avenida Aeropuerto distrito de Huanchaco, Trujillo – La Libertad,

aplicando la metodología AASHTO 93. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4173>

25. MASSELLI, Gianina S.R. y PAIVA, Cassio E.L. The influence of surface deflection on flexible pavements with low resistance subgrade. Revista Chilena de Ingeniería [en línea]. 2018, vol. 27, n.º 4. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2022].

Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000400613&lng=en&nrm=iso)

[33052019000400613&lng=en&nrm=iso>](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000400613&lng=en&nrm=iso).

ISSN 0718-3305.

26. MENDOZA, Renata y LARIOS, Fiorela. Rehabilitación del pavimento flexible de la avenida Salvador Lara, Trujillo 2021. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo, Perú: Universidad César Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79608>

27. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018. R.D. N° 03-2018-MTC/14: Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Perú: 30 de enero del 2018.

28. MOHAREKPOUR, Milad; LIU, Pengfei; SCHMIDT, Joshua; OESER, Markus y JING, Ruxin. Evaluation of Design Procedure and Performance of Continuously Reinforced Concrete Pavement According to AASHTO Design Methods. Revista de Ingeniería [en línea]. 2022 vol. 15, n.º 6. [Fecha de consulta: 28 de mayo 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15062252>

29. OLIVARES, Deyvid. Diseño del pavimento flexible avenida principal sector 2 Alto Trujillo – Trujillo - La Libertad 2019. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo, Perú: Universidad Privada Trujillo, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/192>

30. PRIALE Zevallos, Gonzalo. La gestión de gasto público en obras. [en línea]. Huancayo, Perú: Universidad Continental, Fondo Editorial, 2021, segunda edición. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2022].

Disponible

en:

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9831/2/UC_Li_Gestion_del_gasto_publico_Repositorio_2021.pdf

ISBN electrónico: 978-612-4443-31-2

31. RODRÍGUEZ, Mario; ECHAVEGUREN, Tomás y THENOUX, Guillermo. Including reliability in the AASHTO-93 flexible pavement design method integrating pavement deterioration models. *Revista de la Construcción* [en línea]. 2017, vol.16, n.º 2. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.7764/RDLC.16.2.284>
32. ROMEIRO, Celso, TEIXEIRA, Lelio, HELLER, Lucas, SCHREINERT, Grabiél, PERES, Washington, PEREIRA, Jorge, MERIGHI, Cecilia. Impact on pavement deterioration due to overload vehicle regulation in Brazil, *Transportation Research Procedia*. *Revista Ingeniería* [en línea]. 2020, vol. 45, [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.085>
33. SÁNCHEZ, María; PAVÓN, Deborah y TEJEDA, Eduardo. Propuesta de espesores mínimos de superficie y coeficientes de equivalencia de espesores para el diseño de pavimentos flexibles. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. 2020, vol. 10, n.º 1. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2022].
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193962633005>
ISSN: 1990-8830.
34. SIVAPRIYA, Vijayasimhan y GANESH-KUMAR, Shanmugam. Functional and cost- benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement. *Revista Facultad de Ingeniería* [en línea]. 2019, vol. 28, n.º 51. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n51.2019.9082>
35. TELLO, Lizette; AGUIRRE, Marcela; DIAZ, Jean y HERNANDEZ, Francisco. Damage Evaluation in Flexible Pavement Using Terrestrial Photogrammetry and Neural Networks. *Revista Ingeniería* [en línea]. 2020, vol. 24, n.º 50. [Fecha de consulta: 16 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.22430/22565337.1686>

36. HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación [en línea]. 6.^a ed. México: McGraw-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2022].
Disponible en:
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
ISBN: 978-1-4562-2396-0
37. VARGAS Jiménez, J., MONCAYO Theurer, M., CÓRDOVA Rizo, J., MAZA, C., BARZOLA Zambrano, I., VELASCO Cevallos, G., SALCEDO, I., GUZHÑAY, J., Lucios. La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. Ingeniería [en línea]. 2017, 21(1), [fecha de Consulta 17 de mayo de 2022]. ISSN: 1665-529X.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46752305006>
38. VALDIVIEZO, Lesly y VILLARREYES, José. Diseño del Pavimento Flexible del Tramo Ubicado entre la Panamericana Antigua y Pasaje Olaya Centro Poblado Mallares – Marcavelica-Sullana. Tesis (Ingeniería Civil). Piura, Perú: Universidad César Vallejo, 2021.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66735>
39. VENTURA, José. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública [en línea]. 2017, vol. 43, n.º 3. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2022].
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21453378014>
40. ZAMBRANO, María y TEJEDA, Eduardo. Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. 2019, vol. 13, n.º 3. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022].
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193961007002>
ISSN: 1990-8830

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de categorización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
<p>Variable independiente: Método AASHTO 93</p>	<p>La metodología AASHTO 93, corrobora que un pavimento nuevo o recién ejecutado da o genera un rendimiento de alto nivel. Al transcurrir el tiempo, el pavimento sufre un deterioro debido a las cargas generadas por el tráfico, disminuyendo el nivel de servicio. Este método asigna un periodo de diseño que debe alcanzar en su fase final. (Manayay y Mudarra, 2018, p. 45)</p>	<p>El método AASHTO 93, utiliza una ecuación, esta se consigue con el propósito de definir los grosores que constituyen la estructura del pavimento, para lograr un mejor desempeño y cumplir con su etapa de diseño proyectado en la metodología AASHTO 93.</p>	<p>Pavimentos</p> <p>Diseño</p> <p>Estructura</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pavimento flexible ● Pavimento rígido ● Pavimento semirrígido. ● Periodo de diseño ● Índice de servicialidad. ● N° de ejes equivalentes. ● Determinación de los espesores. ● Superficie de rodadura. ● Base ● Subbase ● Subrasante 	<ul style="list-style-type: none"> ● Nominal ● Nominal ● Nominal ● Razón (%) ● Intervalo(pie²) ● Intervalo(m) ● Intervalo(m) ● Intervalo(m) ● Intervalo(m) ● Intervalo(m) ● Intervalo(m)
<p>Variable dependiente: Diseño del pavimento flexible</p>	<p>El diseño del pavimento flexible es el producto de un procedimiento, que permite dar solución a una problemática específica, utilizando diferentes metodologías. (Olivares,2019, p.21).</p>	<p>Proporcionar una adecuada área de rodadura para la circulación y repartir las cargas aplicadas, sin que sobrepasen las tensiones admitidas en la estructura del pavimento. Realizando estudios básicos de ingeniería, tales como, el levantamiento topográfico, el estudio de suelos y el estudio de tráfico.</p>	<p>Levantamiento topográfico</p> <p>Estudio de suelos</p> <p>Estudio de tráfico</p> <p>Diseño Geométrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Levantamiento Planimétrico ● Clasificación de suelos ● Análisis granulométrico ● Límite de consistencia ● Contenido de humedad ● CBR ● Índice medio diario. ● Índice medio diario semanal ● Índice medio diario anual ● Diseño en planta ● Perfil longitudinal 	<ul style="list-style-type: none"> ● Intervalo (%) ● Nominal ● Intervalo (%) ● Intervalo (%) ● Intervalo (%) ● Intervalo (%) ● Razón ● Razón ● Razón ● Razón ● Razón

Anexo 02. Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES
Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022."	<p>GENERAL</p> <p>¿De qué forma el diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la avenida 4 del centro poblado alto Trujillo, distrito del Porvenir puede mejorar la transitabilidad en la zona?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Diseñar el pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo.</p>	El diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93, proporcionará mejor transitabilidad en la avenida .4 del centro poblado urbano, Alto Trujillo.	<p>No experimental</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p>	<p>INDEPENDIENTE:</p> <p>Método AASHTO 93</p>
	<p>ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo llevar a cabo un levantamiento topográfico para hacer el diseño del pavimento flexible en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo? - ¿Cómo lograr realizar un estudio de suelos en la avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo? - ¿Cómo realizar el estudio de análisis de tráfico en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo? - ¿Cómo realizar un diseño geométrico para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo? 	<p>ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar el levantamiento topográfico para poder diseñar el pavimento flexible en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. -Efectuar un análisis de suelos en la avenida 4 para optimizar la transitabilidad en el centro poblado Alto Trujillo. - Efectuar un análisis de tráfico para aliviar la transitabilidad en la Avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. - Realizar el diseño geométrico para mejorar la transitabilidad en la avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo. 			<p>DEPENDIENTE</p> <p>Diseño del pavimento flexible</p>

Anexo 3. Porcentaje de turnitin

TESIS FINAL RAMOS Y REYNA -TURNITIN.docx			
INFORME DE ORIGINALIDAD			
11 %	11 %	1 %	2 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	hdl.handle.net Fuente de Internet		4 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet		3 %
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante		1 %
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet		1 %
5	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet		<1 %
6	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet		<1 %
7	www.pgadesivos.com.br Fuente de Internet		<1 %
8	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante		<1 %
9	www.coursehero.com Fuente de Internet		

Fuente: Turnitin

Anexo 4. Solicitud para realizar trabajo de investigación en la Avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo

	
MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO ALTO TRUJILLO	
MESA DE PARTES	
Exp. 3795	Folio 01
Hora:	Fecha 27 JUN 2022
Firma: 	

Sr. Nover Cruz Gómez.

SOLICITA AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

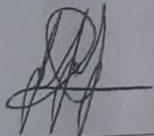
Alcalde del Centro Poblado Alto Trujillo.

Yo, Ramos Quispe Segundo Brayan, identificado con DNI N. 974989230, con domicilio en Mz. Q Lote 21 Barrio 01 Alto Trujillo, en el distrito del Porvenir; e-mail: brianramosquispe8@gmail.com; Celular: 942879032; y Reyna Rodriguez Jhonatan Josue, identificado con DNI N. 971430519, con domicilio en Abraham Valdelomar N°290-Palermo, en el distrito de Trujillo; e-mail: jhonatanreyna089@gmail.com; Celular: 945879032; ante usted nos presentamos y exponemos.

Que, teniendo necesidad de culminar mis estudios de Pregrado en la Universidad "César Vallejo" de Trujillo y de acuerdo a la Ley Universitaria N°30220, nos urge realizar un trabajo de investigación académica; razón por la cual Solicitamos a usted Autorización para realizar el Proyecto de investigación titulado: Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del centro poblado Alto Trujillo; desde el 01 de setiembre hasta el 30 de noviembre del presente año; para lo cual me comprometo al cumplimiento de la ley 27815 y a lo establecido en vuestro Reglamento Institucional.

Por lo expuesto, ruego a usted accede a mi solicitud, por ser de justicia.

Trujillo, 22 de junio de 2022.


Segundo Brayan Ramos Quispe
DNI N. 974989230


Jhonatan Josue Reyna Rodriguez
DNI N. 974989230

Anexo 5. Concerniente al segundo objetivo específico.



INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE SUELOS

PROYECTO:
DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93 EN LA AVENIDA 4 DEL CENTRO POBLADO ALTO TRUJILLO, 2022

SOLICITANTE:
BR. RAMOS QUISPE, SEGUNDO BRAYAN
BR. REYNA RODRÍGUEZ, JHONATAN JOSUE

UBICACIÓN:

LUGAR: AVENIDA 4 C.P. ALTO TRUJILLO

DISTRITO: ALTO TRUJILLO

PROVINCIA: TRUJILLO

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

OCTUBRE DEL 2022



Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad
Email: jalcepsac5@gmail.com
Cel: 942739259/938 992 973



**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
 Solicitante : Br. Revna Rodriguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Ouispe, Segundo Bravan
 Ubicación : Trujillo - La Libertad
 Fecha : Trujillo, octubre del 2022
 Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
 Calicata : PC-02 - M2

Peso de muestra seca : 500.0
 Peso de muestra lavada : 15.7

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	L Líquido : 28.34
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	L Plástico : 0.00
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. SUCS : SP
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	
Nº4	4.760	1.20	0.2	0.2	99.76	Sh + Tara : 214.8
Nº8	2.380	13.10	2.6	2.9	97.14	Ss + Tara : 207.9
Nº10	2.000	12.40	2.5	5.3	94.66	Tara : 35.7
Nº16	1.190	21.12	4.2	9.6	90.44	Peso Agua : 7.0
Nº30	0.590	58.50	11.7	21.3	78.74	Peso Suelo Seco : 172.2
Nº40	0.420	43.76	8.8	30.0	69.98	Humedad (%) : 4.04
Nº50	0.300	120.65	24.1	54.1	45.85	
Nº100	0.149	169.30	33.9	88.0	11.99	
Nº200	0.074	44.23	8.8	96.9	3.15	
<Nº200		15.74	3.1	100.0	0.00	
Total		500.00				



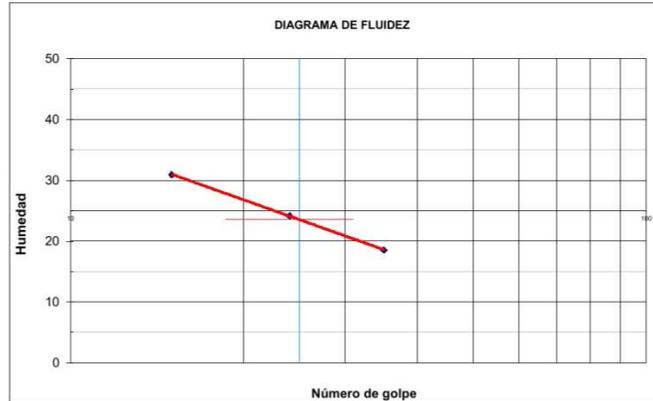
Luis D. Gallardo Murga
 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 268381



**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodriguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

Muestra	Limite Líquido			Limite Plástico		
N° de golpes	15	24	35			
Peso tara (g)	21.90	21.00	22.60			
Peso tara + suelo húmedo (g)	36.70	35.65	35.30			
Peso tara + suelo seco (g)	33.20	32.80	33.31			
Humedad %	30.97	24.15	18.58			
Limites						23.52
Indice Plástico						



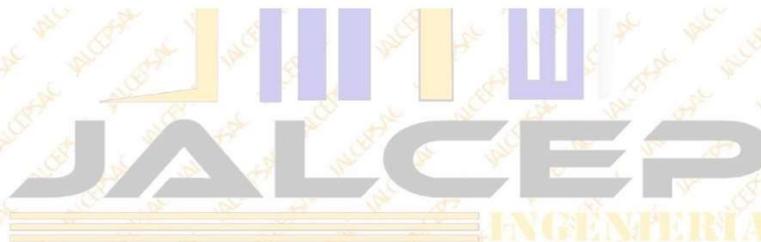
Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 288381



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad |
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 03 - M2

Descripcion	I
Peso de tara (gr)	36.2
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	216.5
Peso de la tara + muestra seca (gr)	208.9
Peso del agua contenida (gr)	7.6
Peso de la muestra seca (gr)	172.7
Contenido de Humedad (%)	4.41
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.41




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 266381



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

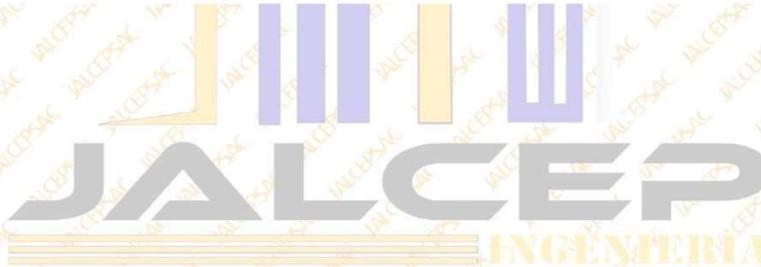
Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)
1	SP	522.2	95.8	229.4

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (%)	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ⁻ (%)
1	SP	0.05	0.01	0.02




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

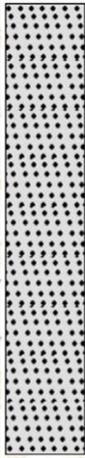
Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973

**REGISTRO DE SONDAJE
(PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

CALICATA PC 01

ESCALA	PROF. (m)	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN	SUCS	GRÁFICA	OBSERVACIÓN
10 cm	-0.30	0.30	Arena Uniforme mezclada con grava, desmonte y materiales de desecho	-		
20 cm						
30 cm						
40 cm						
50 cm						
60 cm	-3.00	2.80	Arena Uniforme (SP) sin índice de plasticidad, en estado seco, con un contenido de humedad de 3.11%, color beige claro y una densidad de 1.65 ton/m ³	SP		Excavación a Cielo Abierto
70 cm						
80 cm						
90 cm						
100 cm						
110 cm						
120 cm						
130 cm						
140 cm						
150 cm						
160 cm						
170 cm						
180 cm						
190 cm						
200 cm						
210 cm			CONTINÚA Arena Uniforme (SP) color beige claro	SP		 Ing. Luis D. Gallardo Murga JEFE DE LABORATORIO C.I.P. 268381 -
220 cm						
230 cm						
240 cm						
250 cm						
260 cm						
270 cm						
280 cm						
290 cm						
300 cm						
310 cm						
320 cm						
330 cm						
340 cm						
350 cm						
360 cm						
370 cm						
380 cm						
390 cm						
400 cm						



**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
 Solicitante : Br. Revna Rodriguez, Jhonatan Josue
 Ubicación : Br. Ramos Ouispe, Segundo Bravan
 Fecha : Trujillo, octubre del 2022
 Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
 Calicata : PC 02 - M2

Peso de muestra seca : 500.0
 Peso de muestra lavada : 15.7

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Índices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Líquido : 28.34
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Plástico : 0.00
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. SUCS : SP
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	
Nº4	4.760	1.20	0.2	0.2	99.76	Sh + Tara : 314.8
Nº8	2.380	13.10	2.6	2.9	97.14	Ss + Tara : 307.9
Nº10	2.000	12.40	2.5	5.3	94.66	Tara : 35.7
Nº16	1.190	21.12	4.2	9.6	90.44	Peso Agua : 7.0
Nº30	0.590	58.50	11.7	21.3	78.74	Peso Suelo Seco : 172.2
Nº40	0.420	43.76	8.8	30.0	69.98	Humedad (%) : 4.04
Nº50	0.300	120.65	24.1	54.1	45.85	
Nº100	0.149	169.30	33.9	88.0	11.99	
Nº200	0.074	44.23	8.8	96.9	3.15	
<Nº200		15.74	3.1	100.0	0.00	
Total		500.00				



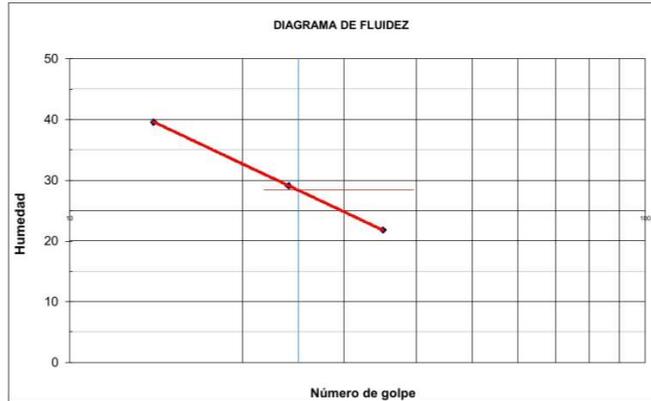
Luis D. Gallardo Murga
 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 02 - M2

Muestra	Limite Líquido			Limite Plástico		
N° de golpes	14	24	35			
Peso tara (g)	21.08	14.75	15.97			
Peso tara + suelo húmedo (g)	35.14	34.98	35.46			
Peso tara + suelo seco (g)	31.15	30.42	31.97			
Humedad %	39.62	29.10	21.81			
Limites				28.34		
Indice Plástico						



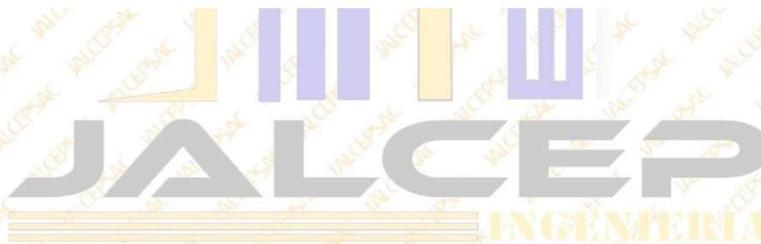
Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381



CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad |
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 02 - M2

Descripcion	1
Peso de tara (gr)	35.7
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	214.8
Peso de la tara + muestra seca (gr)	207.9
Peso del agua contenida (gr)	7.0
Peso de la muestra seca (gr)	172.2
Contenido de Humedad (%)	4.04
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.04




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381

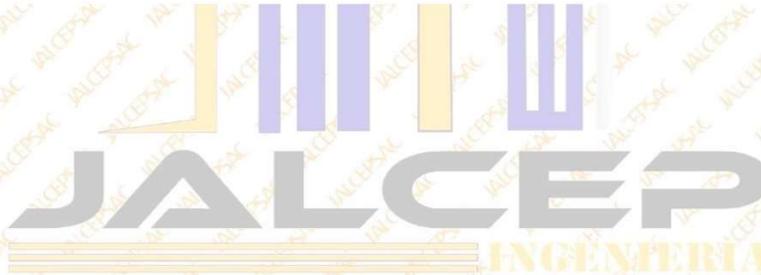


Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D 854

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodriguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 02 - M2

N° DE RECIPIENTE		1
Volumen de la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola	gr	156
Peso de la muestra	gr	75
Peso de la fiola + muestra seca	gr	231
Peso de la fiola + agua	gr	650.9
Peso de la fiola + agua + muestra	gr	680.6
Peso de la muestra sumergida	gr	29.7
Temperatura de ensayo	°C	21
Peso específico de las partículas	gr/cm ³	1.66
Gravedad específica promedio	gr/cm³	1.66




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

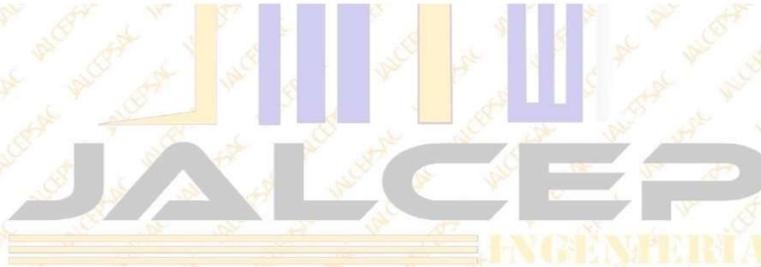
Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 02 - M2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)
1	SP	825.9	105.6	240.5

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (%)	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ⁻ (%)
1	SP	0.08	0.01	0.02




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973



**REGISTRO DE SONDAJE
(PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 02 - M2

CALICATA PC 02

ESCALA	PROF. (m)	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN	SUCS	GRÁFICA	OBSERVACIÓN
10 cm	-0.30	0.30	Arena Uniforme mezclada con grava, desmonte y materiales de desecho	-		
20 cm						
30 cm						
40 cm						
50 cm						
60 cm	-3.00	2.80	Arena Uniforme (SP) sin índice de plasticidad, en estado seco, con un contenido de humedad de 4.04%, color beige claro y una densidad de 1.66 ton/m ³	SP		Excavación a Cielo Abierto
70 cm						
80 cm						
90 cm						
100 cm						
110 cm						
120 cm						
130 cm						
140 cm						
150 cm						
160 cm						
170 cm						
180 cm						
190 cm						
200 cm						
210 cm						
220 cm						
230 cm						
240 cm						
250 cm						
260 cm						
270 cm						
280 cm						
290 cm						
300 cm						
310 cm			CONTINÚA Arena Uniforme (SP) color beige claro	SP		
320 cm						
330 cm						
340 cm						
350 cm						
360 cm						
370 cm						
380 cm						
390 cm						
400 cm						

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 C.I.P. 268381



**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
 Solicitante : Br. Revna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Ubicación : Br. Ramos Ouispe, Segundo Bravan
 Fecha : Trujillo, octubre del 2022
 Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
 Calicata : PC 03 - M2

Peso de muestra seca : 500.0
 Peso de muestra lavada : 19.6

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Limites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Líquido : 22.34
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Plástico : 0.00
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. SUCS : SP
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	
Nº4	4.760	0.90	0.2	0.2	99.82	Sh + Tara : 216.5
Nº8	2.380	14.60	2.9	3.1	96.90	Ss + Tara : 208.9
Nº10	2.000	12.30	2.5	5.6	94.44	Tara : 36.2
Nº16	1.190	27.90	5.6	11.1	88.86	Peso Agua : 7.6
Nº30	0.590	61.50	12.3	23.4	76.56	Peso Suelo Seco : 172.7
Nº40	0.420	40.60	8.1	31.6	68.44	Humedad (%) : 4.41
Nº50	0.300	109.40	21.9	53.4	46.56	
Nº100	0.149	167.30	33.5	86.9	13.10	
Nº200	0.074	45.80	9.2	96.1	3.92	
<Nº200		19.60	3.9	100.0	0.00	
Total		500.00				



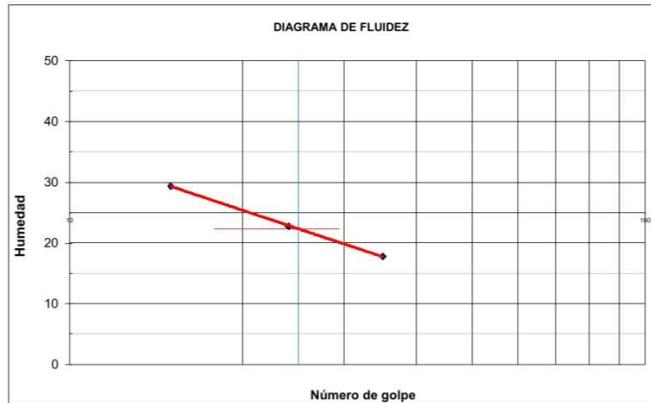
Luis D. Gallardo Murga
 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 03 - M2

Muestra	Limite Líquido			Limite Plástico		
N° de golpes	15	24	35			
Peso tara (g)	21.29	21.00	22.36			
Peso tara + suelo húmedo (g)	36.70	35.48	35.38			
Peso tara + suelo seco (g)	33.20	32.80	33.41			
Humedad %	29.39	22.71	17.83			
Limites						22.34
Indice Plástico						



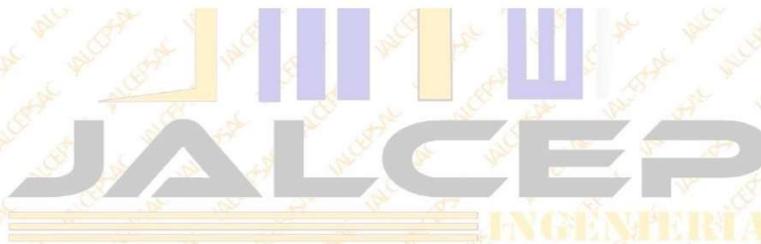
Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 26838 1



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad |
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 03 - M2

Descripcion	1
Peso de tara (gr)	36.2
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	216.5
Peso de la tara + muestra seca (gr)	208.9
Peso del agua contenida (gr)	7.6
Peso de la muestra seca (gr)	172.7
Contenido de Humedad (%)	4.41
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.41




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381



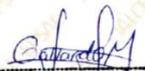
Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D 854

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodriguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 03 - M2

N° DE RECIPIENTE		1
Volumen de la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola	gr	156
Peso de la muestra	gr	72
Peso de la fiola + muestra seca	gr	228
Peso de la fiola + agua	gr	647.2
Peso de la fiola + agua + muestra	gr	675.6
Peso de la muestra sumergida	gr	28.4
Temperatura de ensayo	°C	21
Peso específico de las partículas	gr/cm ³	1.65
Gravedad específica promedio	gr/cm ³	1.65




Ing. Lurs D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

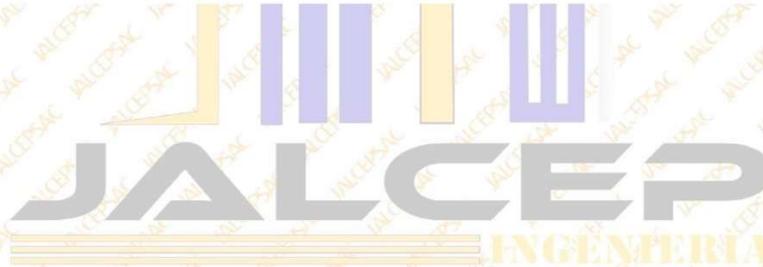
Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 03 - M2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)
1	SP	589.5	78.2	221.4

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (%)	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ⁻ (%)
1	SP	0.06	0.01	0.02




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973



**REGISTRO DE SONDAJE
(PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 03 - M2

CALICATA PC 03

ESCALA	PROF. (m)	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN	SUCS	GRÁFICA	OBSERVACIÓN
10 cm	-0.30	0.30	Arena Uniforme mezclada con grava, desmonte y materiales de desecho	-		
20 cm						
30 cm						
40 cm						
50 cm	-3.00	2.80	Arena Uniforme (SP) sin indice de plasticidad, en estado seco, con un contenido de humedad de 4.41%, color beige claro y una densidad de 1.65 ton/m3	SP		Excavación a Cielo Abierto
60 cm						
70 cm						
80 cm						
90 cm						
100 cm						
110 cm						
120 cm						
130 cm						
140 cm						
150 cm						
160 cm						
170 cm						
180 cm						
190 cm						
200 cm						
210 cm						
220 cm						
230 cm						
240 cm						
250 cm						
260 cm						
270 cm						
280 cm						
290 cm						
300 cm						
310 cm			CONTINÚA Arena Uniforme (SP) color beige claro	SP		
320 cm						
330 cm						
340 cm						
350 cm						
360 cm						
370 cm						
380 cm						
390 cm						
400 cm						

Ing. Luis D. Gallardo Illuga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 268381-



**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
 Solicitante : Br. Revna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Ubicación : Br. Ramos Ouispe, Segundo Bravan
 Fecha : Trujillo, octubre del 2022
 Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
 Calicata : PC 04 - M2

Peso de muestra seca : 509.0
 Peso de muestra lavada : 19.5

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Índices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Líquido : 23.52
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Plástico : 0.00
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. SUCS : SP
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	
Nº4	4.760	0.35	0.1	0.1	99.93	Sh + Tara : 321.5
Nº8	2.380	14.00	2.8	2.8	97.18	Ss + Tara : 312.6
Nº10	2.000	12.00	2.4	5.2	94.82	Tara : 36.9
Nº16	1.190	25.00	4.9	10.1	89.91	Peso Agua : 8.0
Nº30	0.590	75.00	14.7	24.8	75.18	Peso Suelo Seco : 176.4
Nº40	0.420	40.00	7.9	32.7	67.32	Humedad (%) : 5.07
Nº50	0.300	121.00	23.8	56.5	43.55	
Nº100	0.149	145.50	28.6	85.0	14.96	
Nº200	0.074	56.70	11.1	96.2	3.82	
<Nº200		19.45	3.8	100.0	0.00	
Total		509.00				



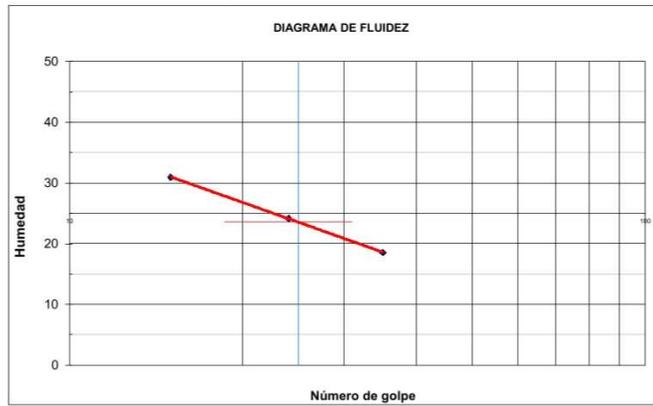
[Signature]
 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 04 - M2

Muestra	Limite Líquido			Limite Plástico		
N° de golpes	15	24	35	-		
Peso tara (g)	21.90	21.00	22.60			
Peso tara + suelo húmedo (g)	36.70	35.65	35.30			
Peso tara + suelo seco (g)	33.20	32.80	33.31			
Humedad %	30.97	24.15	18.58			
Limites				23.52		
Índice Plástico						



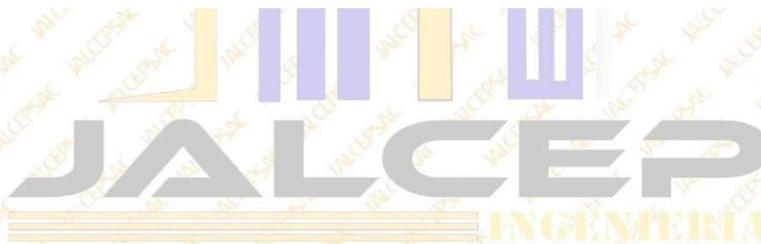
Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381



CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad |
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 04 - M2

Descripcion	1
Peso de tara (gr)	36.2
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	221.5
Peso de la tara + muestra seca (gr)	212.6
Peso del agua contenida (gr)	8.9
Peso de la muestra seca (gr)	176.4
Contenido de Humedad (%)	5.07
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.07




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D 854

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodriguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 04 - M2

N° DE RECIPIENTE		1
Volumen de la fiola	cm ³	500
Peso de la fiola	gr	156
Peso de la muestra	gr	72
Peso de la fiola + muestra seca	gr	228
Peso de la fiola + agua	gr	651.5
Peso de la fiola + agua + muestra	gr	680.0
Peso de la muestra sumergida	gr	28.5
Temperatura de ensayo	°C	21
Peso específico de las partículas	gr/cm ³	1.66
Gravedad específica promedio	gr/cm ³	1.66




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973

Cel: 942739259/938 992 973



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

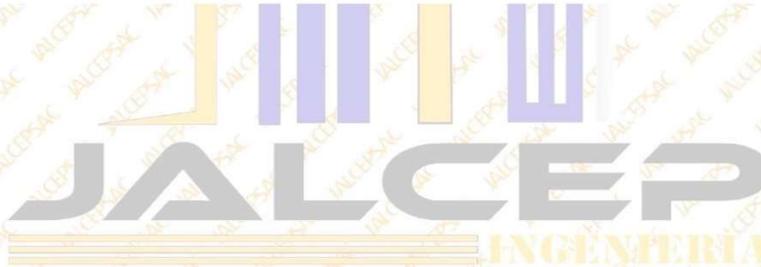
Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 04 - M2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)
1	SP	358.5	81.8	178.5

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (%)	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ⁻ (%)
1	SP	0.04	0.01	0.02




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

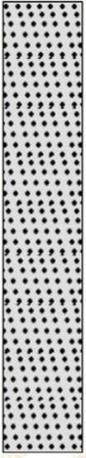
Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973

**REGISTRO DE SONDAJE
(PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 04 - M2

CALICATA PC 04

ESCALA	PROF. (m)	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN	SUCS	GRÁFICA	OBSERVACIÓN
10 cm	-0.30	0.30	Arena Uniforme mezclada con grava, desmonte y materiales de desecho	-		
20 cm						
30 cm						
40 cm						
50 cm						
60 cm	-3.00	2.80	Arena Uniforme (SP) sin indice de plasticidad, en estado seco, con un contenido de humedad de 5.07%, color beige claro y una densidad de 1.66 ton/m3	SP		Excavación a Cielo Abierto
70 cm						
80 cm						
90 cm						
100 cm						
110 cm						
120 cm						
130 cm						
140 cm						
150 cm						
160 cm						
170 cm						
180 cm						
190 cm						
200 cm						
210 cm			CONTINÚA Arena Uniforme (SP) color beige claro	SP		 Ing. Luis D. Gallardo Murga JEFE DE LABORATORIO C.I.P. 264381 -
220 cm						
230 cm						
240 cm						
250 cm						
260 cm						
270 cm						
280 cm						
290 cm						
300 cm						
310 cm						
320 cm						
330 cm						
340 cm						
350 cm						
360 cm						
370 cm						
380 cm						
390 cm						
400 cm						



**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
 Solicitante : Br. Revna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Ubicación : Br. Ramos Ouispe, Segundo Bravan
 Fecha : Trujillo, octubre del 2022
 Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
 Calicata : PC 05 - M2

Peso de muestra seca : 510.5
 Peso de muestra lavada : 19.0

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Índices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Líquido : 22.42
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Plástico : 0.00
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. SUCS : SP
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	
Nº4	4.760	0.62	0.1	0.1	99.88	Sh + Tara : 224.1
Nº8	2.380	16.50	3.2	3.4	96.65	Ss + Tara : 215.8
Nº10	2.000	13.20	2.6	5.9	94.06	Tara : 36.8
Nº16	1.190	25.90	5.1	11.0	88.99	Peso Agua : 8.3
Nº30	0.590	68.50	13.4	24.4	75.57	Peso Suelo Seco : 179.0
Nº40	0.420	40.00	7.8	32.3	67.73	Humedad (%) : 4.64
Nº50	0.300	126.80	24.8	57.1	42.90	
Nº100	0.149	135.40	26.5	83.6	16.37	
Nº200	0.074	64.60	12.7	96.3	3.72	
<Nº200		18.98	3.7	100.0	0.00	
Total		510.50				



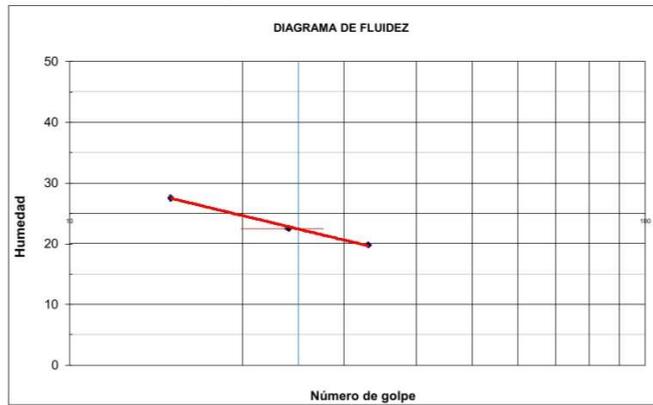
Luis D. Gallardo Murga
 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
 Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
 Ubicación : Trujillo - La Libertad
 Fecha : Trujillo, octubre del 2022
 Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
 Calicata : PC 05 - M2

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
Límites de Consistencia						
N° de golpes	15	24	33	-		
Peso tara (g)	15.94	19.79	23.44			
Peso tara + suelo húmedo (g)	30.37	35.50	40.73			
Peso tara + suelo seco (g)	27.25	32.61	37.87			
Humedad %	27.59	22.54	19.82			
Límites				22.42		
Índice Plástico						



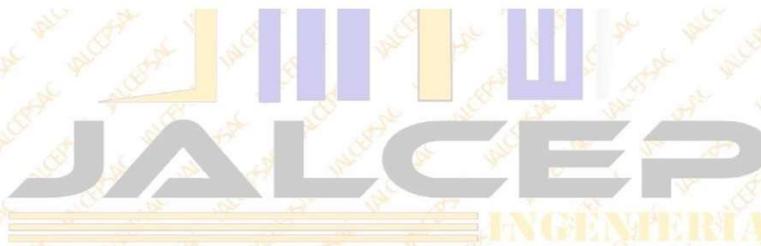
Luis D. Gallardo Murga
 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad |
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 05 - M2

Descripción	1
Peso de tara (gr)	36.8
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	224.1
Peso de la tara + muestra seca (gr)	215.8
Peso del agua contenida (gr)	8.3
Peso de la muestra seca (gr)	179.0
Contenido de Humedad (%)	4.64
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.64




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

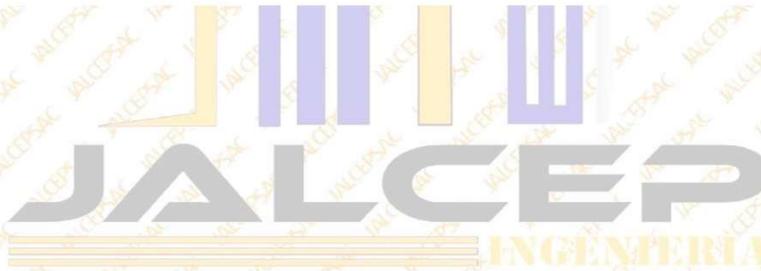
Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodriguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 05 - M2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)
1	SP	475.8	121.5	145.2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (%)	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ⁻ (%)
1	SP	0.05	0.01	0.01




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 288381

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973



**REGISTRO DE SONDAJE
(PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 05 - M2

CALICATA PC 05

ESCALA	PROF. (m)	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN	SUCS	GRÁFICA	OBSERVACIÓN
10 cm	-0.30	0.30	Arena Uniforme mezclada con grava, desmonte y materiales de desecho	-		
20 cm						
30 cm						
40 cm						
50 cm						
60 cm	-3.00	2.80	Arena Uniforme (SP) sin indice de plasticidad, en estado seco, con un contenido de humedad de 4.64%, color beige claro y una densidad de 1.65 ton/m ³	SP		Excavación a Cielo Abierto
70 cm						
80 cm						
90 cm						
100 cm						
110 cm						
120 cm						
130 cm						
140 cm						
150 cm						
160 cm						
170 cm						
180 cm						
190 cm						
200 cm						
210 cm			CONTINÚA Arena Uniforme (SP) color beige claro	SP		 Ing. Luis D. Gallardo Murga JEFE DE LABORATORIO C.I.P. 268381-
220 cm						
230 cm						
240 cm						
250 cm						
260 cm						
270 cm						
280 cm						
290 cm						
300 cm						
310 cm						
320 cm						
330 cm						
340 cm						
350 cm						
360 cm						
370 cm						
380 cm						
390 cm						
400 cm						

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Revna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Bravan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 06 - M2

Peso de muestra seca : 548.6
 Peso de muestra lavada : 11.4

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Líquido : 23.47
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.00	L. Plástico : 0.00
2"	50.600	0.00	0.0	0.0	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. SUCS : SP
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.00	
Nº4	4.760	7.43	1.4	1.4	98.65	Sh + Tara : 228.5
Nº8	2.380	15.33	2.8	4.1	95.85	Sa + Tara : 221.2
Nº10	2.000	14.38	2.6	6.8	93.23	Tara : 37.9
Nº16	1.190	25.76	4.7	11.5	88.53	Peso Agua : 7.3
Nº30	0.590	50.34	9.2	20.6	79.36	Peso Suelo Seco : 183.3
Nº40	0.420	76.43	13.9	34.6	65.43	Humedad (%) : 3.99
Nº50	0.300	112.70	20.5	55.1	44.88	
Nº100	0.149	158.54	28.9	84.0	15.98	
Nº200	0.074	76.30	13.9	97.9	2.08	
<Nº200		11.39	2.1	100.0	0.00	
Total		548.60				



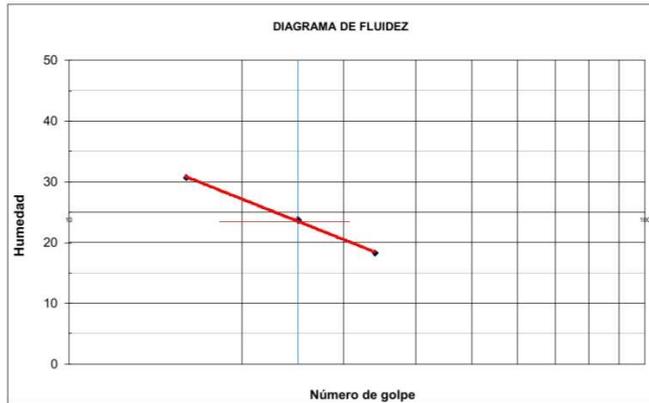
Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 06 - M2

Muestra	Limite Líquido			Limite Plástico		
Límites de Consistencia						
N° de golpes	16	25	34			
Peso tara (g)	21.82	21.06	22.25			
Peso tara + suelo húmedo (g)	36.72	35.60	35.32			
Peso tara + suelo seco (g)	33.22	32.81	33.30			
Humedad %	30.70	23.74	18.28			
Límites						23.47
Índice Plástico						



Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 266381



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad |
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 06 - M2

Descripcion	1
Peso de tara (gr)	37.9
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	228.5
Peso de la tara + muestra seca (gr)	221.2
Peso del agua contenida (gr)	7.3
Peso de la muestra seca (gr)	183.3
Contenido de Humedad (%)	3.99
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.99




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D 854

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodriguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 06 - M2

N° DE RECIPIENTE		1
Volumen de la fiola	cm3	500
Peso de la fiola	gr	156
Peso de la muestra	gr	74
Peso de la fiola + muestra seca	gr	230
Peso de la fiola + agua	gr	648.0
Peso de la fiola + agua + muestra	gr	677.0
Peso de la muestra sumergida	gr	29.0
Temperatura de ensayo	°C	21
Peso específico de las partículas	gr/cm3	1.65
Gravedad específica promedio	gr/cm3	1.65




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
C.I.P. 268381 -

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

Email: jalcepsac5@gmail.com

Cel: 942739259/938 992 973

Cel: 942739259/938 992 973



Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto y Estudios Geotécnicos

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

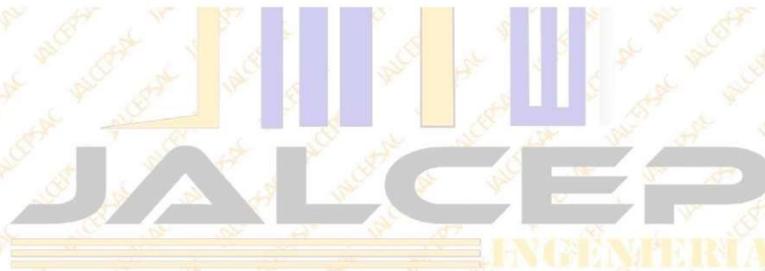
Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 06 - M2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)
1	SP	285.9	147.4	158.9

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

ITEM	MUESTRA	Sales Solubles Totales (%)	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ⁻ (%)
1	SP	0.03	0.01	0.02




Ing. Luis D. Gallardo Murga
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 268381

Oficina: Calle José Gil de Castro N° 557 Urb. El Bosque – Trujillo, La Libertad

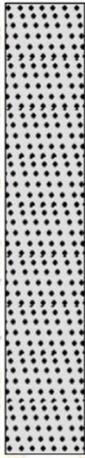
Email: jalcepsac5@gmail.com

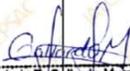
Cel: 942739259/938 992 973

**REGISTRO DE SONDAJE
(PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)**

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 : Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Ubicación : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 06 - M2

CALICATA PC 05

ESCALA	PROF. (m)	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN	SUCS	GRÁFICA	OBSERVACIÓN
10 cm	-0.30	0.30	Arena Uniforme mezclada con grava, desmonte y materiales de desecho	-		
20 cm						
30 cm						
40 cm						
50 cm	-3.00	2.80	Arena Uniforme (SP) sin índice de plasticidad, en estado seco, con un contenido de humedad de 3.99%, color beige claro y una densidad de 1.65 ton/m ³	SP		Excavación a Cielo Abierto
60 cm						
70 cm						
80 cm						
90 cm						
100 cm						
110 cm						
120 cm						
130 cm						
140 cm						
150 cm						
160 cm						
170 cm						
180 cm						
190 cm						
200 cm						
210 cm						
220 cm						
230 cm						
240 cm						
250 cm						
260 cm						
270 cm						
280 cm						
290 cm						
300 cm						
310 cm			CONTINÚA Arena Uniforme (SP) color beige claro	SP		
320 cm						
330 cm						
340 cm						
350 cm						
360 cm						
370 cm						
380 cm						
390 cm						
400 cm						


Ing. Luis D. Gallardo
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 288381



ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Solicitante : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 01 - M2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8260	8060	7800	7800	7800	7800
Peso de Molde (gr.)	4135	4135	4135	4135	4135	4135
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4125	3925	3665	3665	3665	3665
Volumen de Molde (cm ³)	3211	3211	3211	3211	3211	3211
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1095	1095	1095	1095	1095	1095
Volumen Útil (cm ³)	2116	2116	2116	2116	2116	2116
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.95	1.85	1.85	1.73	1.73	1.73
CAPSULA N°	1	2	3	3	3	3
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	68.6	67.3	67.62	67.62	67.62	67.62
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.0	64.7	65.10	65.10	65.10	65.10
Peso de Agua (gr.)	2.59	2.6	2.52	2.52	2.52	2.52
Peso de Cápsula (gr.)	27.6	27.45	28.1	28.1	28.1	28.1
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.4	37.2	37.00	37.00	37.00	37.00
% de Humedad	6.75	7.04	6.81	6.81	6.81	6.81
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.83	1.73	1.62	1.62	1.62	1.62

1.85

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH (%)	LECT. DIAL	HINCH (%)	LECT. DIAL	HINCH (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

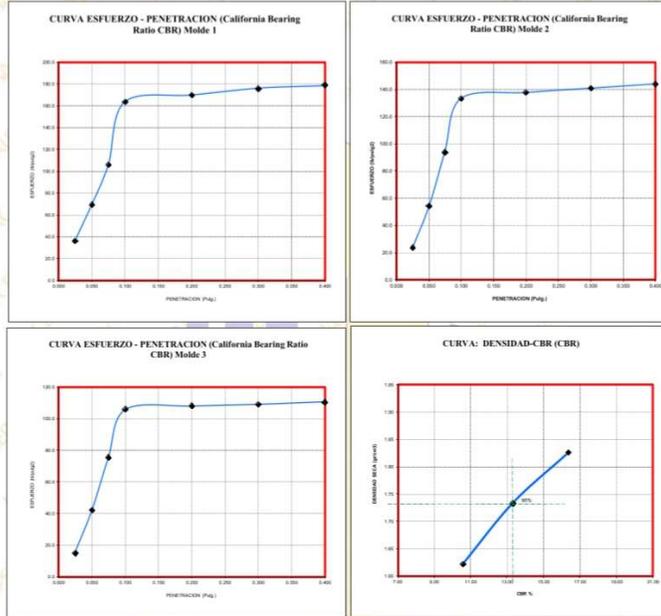
Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg ²	DIAL	lbs.	lbs/pulg ²	DIAL	lbs.	lbs/pulg ²
0.025	15	108.1	36.0	11	71.7	23.9	8	44.3	14.8
0.050	26	208.4	69.5	21	162.8	54.3	17	126.4	42.1
0.075	38	317.8	105.9	34	281.3	93.8	28	226.6	75.5
0.100	57	491.0	163.7	47	399.8	133.3	38	317.8	105.9
0.200	99	599.2	169.7	49	413.5	137.8	39	324.2	108.1
0.300	61	527.5	175.8	50	422.6	140.9	39	326.9	109.0
0.400	62	536.6	178.9	51	431.8	143.9	40	331.5	110.5

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg ²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg ²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
1	0.1	163.7	1000	16.37	1.83
2	0.1	133.3	1000	13.33	1.73
3	0.1	105.9	1000	10.59	1.62

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg ²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg ²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
1	0.2	169.7	1500	11.32	1.83
2	0.2	137.8	1500	9.19	1.73
3	0.2	108.1	1500	7.20	1.62

Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.75%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.37%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.33%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 268381



ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Solicitante : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 02 - M2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8262	8061	8061	7802		
Peso de Molde (gr.)	4135	4135	4135	4135		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4127	3926	3926	3667		
Volumen de Molde (cm ³)	3211	3211	3211	3211		
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1095	1095	1095	1095		
Volumen Útil (cm ³)	2116	2116	2116	2116		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.95	1.86	1.86	1.73		
CAPSULA N°	1	2	2	3		
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	66.7	68.1	68.1	67.6		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	64.2	65.5	65.5	65.1		
Peso de Agua (gr.)	2.50	2.6	2.6	2.50		
Peso de Cápsula (gr.)	27.6	27.45	27.45	28.1		
Peso de Suelo Seco (gr.)	36.6	38.1	38.1	37.00		
% de Humedad	6.83	6.83	6.83	6.76		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.83	1.74	1.74	1.62		

1.85

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH (%)	LECT. DIAL	HINCH (%)	LECT. DIAL	HINCH (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

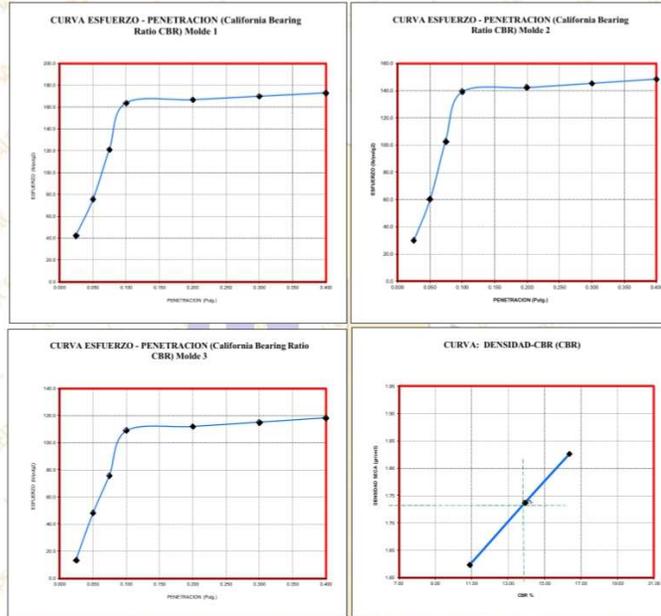
Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA DIAL	MOLDE 1	56 GOLPES		MOLDE 2	25 GOLPES		MOLDE 3	12 GOLPES
			lbs.	lbs/pulg ²		lbs.	lbs/pulg ²		
0.025	17	126.4	42.1	13	89.9	30.0	8	39.8	13.3
0.050	28	226.6	75.5	23	181.1	60.4	19	144.6	49.2
0.075	43	363.4	121.1	37	308.7	102.9	28	226.6	75.5
0.100	57	491.0	163.7	49	418.1	139.4	39	326.9	109.0
0.200	98	900.1	316.7	90	427.2	142.4	40	336.0	112.0
0.300	99	909.2	316.7	91	436.3	145.4	41	345.2	115.1
0.400	60	518.3	172.8	52	445.4	148.5	42	354.3	118.1

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	163.7	1000	16.37	1.83
2	0.1	139.4	1000	13.94	1.74
3	0.1	109.0	1000	10.90	1.62

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	166.7	1500	11.11	1.83
2	0.2	142.4	1500	9.49	1.74
3	0.2	112.0	1500	7.47	1.62

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.83%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.37%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.94%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo


Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 268361-



ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayán
Solicitante : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 03 - M2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12		4530	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8264		8059		7799		7799	
Peso de Molde (gr.)	4135		4135		4135		4135	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4129		3924		3664		3664	
Volumen de Molde (cm ³)	3211		3211		3211		3211	
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1095		1095		1095		1095	
Volumen Útil (cm ³)	2116		2116		2116		2116	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.95		1.85		1.73		1.73	
CAPSULA N°	1		2		3		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	87.6		66.9		66.7		66.7	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	65.0		64.4		64.25		64.25	
Peso de Agua (gr.)	2.55		2.5		2.45		2.45	
Peso de Cápsula (gr.)	27.6		27.45		28.1		28.1	
Peso de Suelo Seco (gr.)	37.4		37.0		36.15		36.15	
% de Humedad	6.82		6.85		6.78		6.78	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.83		1.74		1.62		1.62	

1.85

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH (%)	LECT. DIAL	HINCH (%)	LECT. DIAL	HINCH (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SUELO NO EXPANSIVO

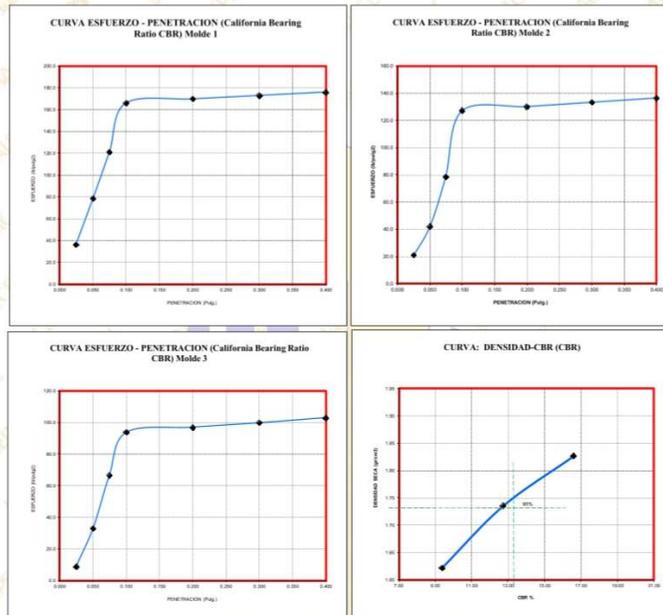
Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA DIAL	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
		lbs.	lbs/pulg ²						
0.025	15	108.1	36.0	10	62.6	20.9	6	26.1	8.7
0.050	29	235.8	78.6	17	126.4	42.1	14	59.0	33.0
0.075	43	363.4	121.1	29	235.8	78.6	25	199.3	66.4
0.100	58	497.4	165.8	45	381.6	122.2	34	281.3	93.8
0.200	99	599.2	169.7	46	390.7	130.2	35	290.5	96.8
0.300	60	518.3	172.8	47	399.8	133.3	36	299.6	99.9
0.400	61	527.5	175.8	48	409.0	136.3	37	308.7	102.9

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	165.8	1000	16.58	1.83
2	0.1	127.2	1000	12.72	1.74
3	0.1	93.8	1000	9.38	1.62

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRON (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	169.7	1500	11.32	1.83
2	0.2	130.2	1500	8.68	1.74
3	0.2	96.8	1500	6.45	1.62

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.82%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.58%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	12.72%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo


Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 268381 -

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quiñe, Segundo Brayan
Solicitante : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 04 - M2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO MOLDE	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		25		25		12		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8258	4135	8060	4135	7800	4135	7800	4135	7800	4135	4135	4135
Peso de Molde (gr.)	4135	4135	4135	4135	4135	4135	4135	4135	4135	4135	4135	4135
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4123	4123	3925	3925	3665	3665	3665	3665	3665	3665	3665	3665
Volumen de Molde (cm ³)	3211	3211	3211	3211	3211	3211	3211	3211	3211	3211	3211	3211
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095	1095
Volumen Util (cm ³)	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.95	1.85	1.85	1.85	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
CAPSULA Nº	1		2		3		3		3		3	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	68.7	66.7	66.7	66.7	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	66.1	64.2	64.2	64.2	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9	64.9
Peso de Agua (gr.)	2.60	2.5	2.5	2.5	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Peso de Cápsula (gr.)	27.6	27.45	27.45	27.45	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.5	36.8	36.8	36.8	36.80	36.80	36.80	36.80	36.80	36.80	36.80	36.80
% de Humedad	6.75	6.80	6.80	6.80	6.79	6.79	6.79	6.79	6.79	6.79	6.79	6.79
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.83	1.74	1.74	1.74	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62

1.85

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH (%)	LECT. DIAL	HINCH (%)	LECT. DIAL	HINCH (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

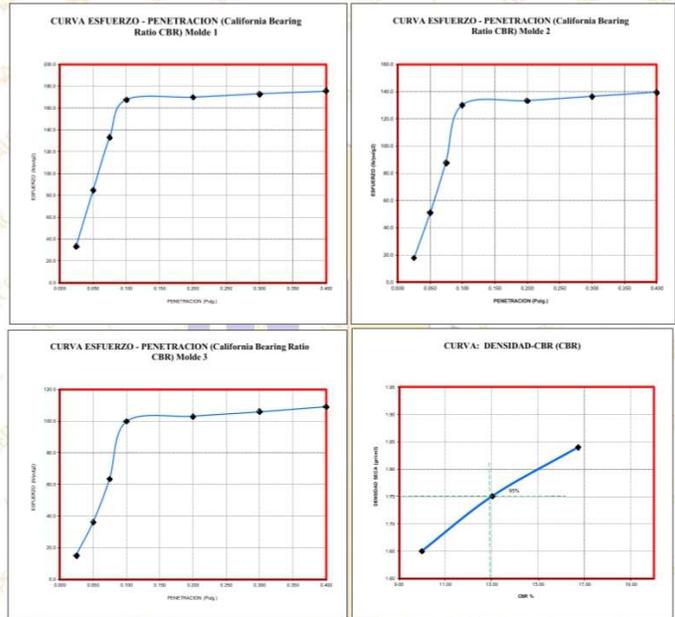
SUELO NO EXPANSIVO

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1	56 GOLPES		MOLDE 2		25 GOLPES		MOLDE 3	12 GOLPES
			LECTURA	MOLDE 1	LECTURA	MOLDE 2	LECTURA	MOLDE 2		
0.055	14	99.0	31.0	10	62.6	20.9	7	35.2	11.7	
0.050	30	244.9	81.6	22	167.4	55.8	19	144.6	48.2	
0.075	43	363.4	121.1	35	290.5	96.8	30	240.3	80.1	
0.100	58	500.1	166.7	48	409.0	136.3	39	328.9	109.0	
0.200	59	509.2	169.7	49	418.1	139.4	40	336.0	112.0	
0.300	60	518.3	172.8	50	422.6	140.9	41	345.2	115.1	
0.400	61	527.5	175.8	51	431.8	143.9	42	354.3	118.1	

NOTA: Los materiales fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 C.I.P. 268381-



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PREISION APLICADA (lbs/pulg2)	PREISION PATRÓN (Lb/pulg2)	C. B. R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	167.3	1000	16.73	1.84
2	0.1	130.2	1000	13.02	1.75
3	0.1	99.9	1000	9.99	1.65

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PREISION APLICADA (lbs/pulg2)	PREISION PATRÓN (Lb/pulg2)	C. B. R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	169.7	1500	11.32	1.84
2	0.2	133.3	1500	8.89	1.75
3	0.2	102.9	1500	6.86	1.65

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	1.84
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.82%
C. B. R. Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.73%
C. B. R. Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.02%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381 -



ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayan
Solicitante : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 05 - M2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
MOLDE	56		25		12	
N° DE GOLPES POR CAPA	4530		4530		4530	
SOBRECARGA (gr.)	8294		8090		7865	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	4135		4135		4135	
Peso de Molde (gr.)	4159		3955		3730	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3211		3211		3211	
Volumen de Molde (cm ³)	1095		1095		1095	
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	2116		2116		2116	
Volumen Util (cm ³)	1197		1187		1176	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1		2		3	
CAPSULA N°	68.3		65.4		66.89	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	65.7		65.0		64.40	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	2.60		2.4		2.49	
Peso de Agua (gr.)	27.6		27.45		28.1	
Peso de Cápsula (gr.)	38.1		35.6		36.30	
% de Humedad	6.82		6.75		6.86	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.84		1.75		1.65	

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Estructura	Limite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rosante	3

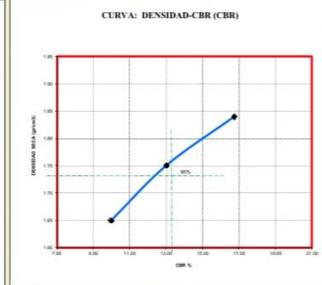
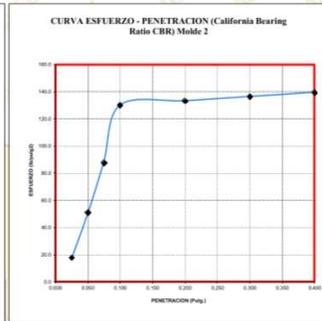
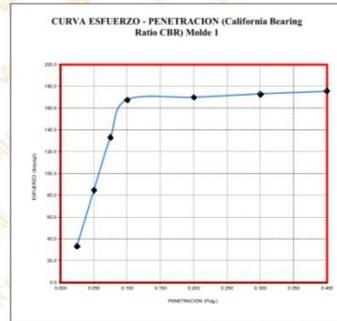
SUELO NO EXPANSIVO

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3		12 GOLPES	
	DIAL	lbs.	DIAL	lbs.	DIAL	lbs.	DIAL	lbs.	DIAL	lbs.
PENETRACION										
0.025	14	99.0	33.0	9	53.4	17.8	8	44.3	14.8	
0.050	21	254.0	84.7	20	153.7	51.2	15	108.1	36.0	
0.075	47	399.8	133.3	32	263.1	87.7	24	190.2	63.4	
0.100	58	501.9	187.3	46	390.7	130.2	36	299.6	99.9	
0.200	89	509.2	169.7	47	399.8	133.3	37	308.7	102.9	
0.300	60	518.3	172.8	48	409.0	136.3	38	317.8	105.9	
0.400	61	527.5	175.8	49	418.1	139.4	39	326.9	109.0	

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murua
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 268381



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	167.3	1000	16.73	1.84
2	0.1	130.2	1000	13.02	1.75
3	0.1	99.9	1000	9.99	1.65

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	169.7	1500	11.32	1.84
2	0.2	133.3	1500	8.89	1.75
3	0.2	102.9	1500	6.86	1.65

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.84
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.82%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.73%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.02%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo


Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 C.I.P. 268381-

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022
Solicitante : Br. Reyna Rodríguez, Jhonatan Josue
 Br. Ramos Quispe, Segundo Brayon
Solicitante : Trujillo - La Libertad
Fecha : Trujillo, octubre del 2022
Tipo de suelo : Arena Uniforme (SP)
Calicata : PC 06 - M2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8294	8090	7865	4135	4135	4135
Peso de Molde (gr.)	4135	4135	4135	3955	3730	3211
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4159	3955	3730	3211	1095	1095
Volumen de Molde (cm ³)	3211	3211	3211	2116	2116	176
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1095	1095	1095	2116	2116	1.76
Volumen Útil (cm ³)	2116	2116	2116	1.97	1.87	1.76
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.97	1.87	1.76	1	2	3
CAPSULA N°	1	2	3	68.3	65.4	66.89
Peso de suelo Húmedo + Cápula (gr.)	68.3	65.4	66.89	65.7	63.0	64.40
Peso de suelo seco + Cápula (gr.)	65.7	63.0	64.40	2.60	2.4	2.49
Peso de Agua (gr.)	2.60	2.4	2.49	27.6	27.45	28.1
Peso de Cápula (gr.)	27.6	27.45	28.1	38.1	35.6	36.30
Peso de Suelo Seco (gr.)	38.1	35.6	36.30	6.82	6.75	6.86
% de Humedad	6.82	6.75	6.86	1.84	1.75	1.65
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.84	1.75	1.65			

1.87

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.10	0.00	0.12	0.00
2	0.01	0.12	0.11	0.24	0.14	0.36
3	0.02	0.36	0.13	0.36	0.15	0.38
4	0.03	0.24	0.15	0.48	0.17	0.46

SUELO NO EXPANSIVO

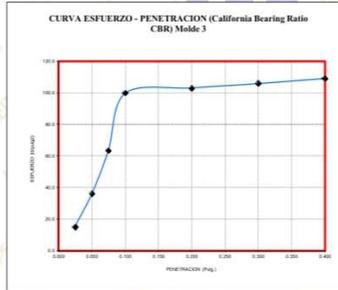
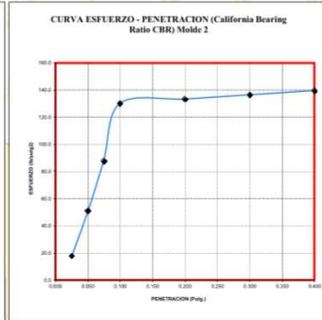
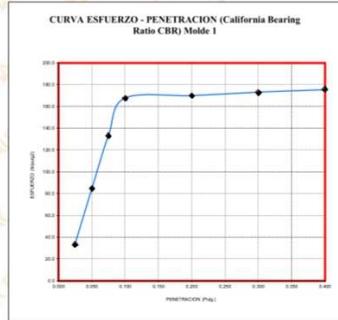
Estructura	Límite Max
TIPO	HINCH. (%)
Base	1
Sub Base	2
Sub Rasante	3

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	Ibs.	Ibs/pulg ²	DIAL	Ibs.	Ibs/pulg ²	DIAL	Ibs.	Ibs/pulg ²
0.025	14	99.0	33.0	9	53.4	17.8	8	44.3	14.8
0.050	31	254.0	84.7	20	153.7	51.2	15	108.1	36.0
0.075	47	399.8	133.3	32	263.1	87.7	24	190.2	63.4
0.100	58	501.9	167.3	46	390.7	130.2	36	299.6	99.9
0.200	59	509.2	169.7	47	399.8	133.3	37	308.7	102.9
0.300	60	518.3	172.8	48	409.0	136.3	38	317.8	105.9
0.400	61	527.5	175.8	49	418.1	139.4	39	326.9	109.0

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo


Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 268381



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	167.3	1000	16.73	1.84
2	0.1	130.2	1000	13.02	1.75
3	0.1	99.9	1000	9.99	1.65

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	169.7	1500	11.32	1.84
2	0.2	133.3	1500	8.89	1.75
3	0.2	102.9	1500	6.86	1.65

Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	1.84
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.82%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.73%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.02%

NOTA: Los material fueron muestreados por el solicitante, el laboratorio solo se limitó a realizar el ensayo

Ing. Luis D. Gallardo Murga
 JEFE DE LABORATORIO
 C.I.P. 268381 -

Anexo 06. Ficha de clasificación vehicular



MTC
Ministerio de Transportes y Comunicaciones



OPP
FORMATO N° 1

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA				ESTACION			
SENTIDO		E ←		CODIGO DE LA ESTACION			
UBICACION				DIA Y FECHA			
DIA		1					

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA VEH.																					
00-01	E																				
00-01	S																				
01-02	E																				
01-02	S																				
02-03	E																				
02-03	S																				
03-04	E																				
03-04	S																				
04-05	E																				
04-05	S																				
05-06	E																				
05-06	S																				
06-07	E																				
06-07	S																				
07-08	E																				
07-08	S																				
08-09	E																				
08-09	S																				
09-10	E																				
09-10	S																				
10-11	E																				
10-11	S																				
11-12	E																				
11-12	S																				
12-13	E																				
12-13	S																				
13-14	E																				
13-14	S																				
14-15	E																				
14-15	S																				
15-16	E																				
15-16	S																				
16-17	E																				
16-17	S																				
17-18	E																				
17-18	S																				
18-19	E																				
18-19	S																				
19-20	E																				
19-20	S																				
20-21	E																				
20-21	S																				
21-22	E																				
21-22	S																				
22-23	E																				
22-23	S																				
23-24	E																				
23-24	S																				

PARCIAL:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENCUESTADOR :	JEFE DE BRIGADA :				ING RESPONS.:				SUPERV.MTC.:												

Fuente: MTC

Anexo 7. Factores de corrección de vehículos ligeros

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)														FORMATO N° 1.1 A												
N°	Peaje	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total
		Ligeros	FC	Ligeros	FC	Ligeros	FC	Ligeros	FC	Ligeros	FC	Ligeros	FC	Ligeros	FC	Ligeros										
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000												
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000												
3	AMBOS	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000												
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000												
5	AYAJIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000												
6	CAMAÑA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000												
7	CANÇAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0518	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000												
8	CARACOTO	1.0576	0.9896	1.0996	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7848	1.0000												
9	CASAPACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000												
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000												
11	COASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000												
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000												
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.1013	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000												
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0653	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000												
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000												
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000												
17	CHULLUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000												
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000												
19	CORDONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000												
20	CRUCE BAYOWAR	0.9033	0.8846	1.0533	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000												
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0216	1.0000												
22	DESNO OLMO	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000												
23	DESNO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000												
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000												
25	EL PARASO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000												
26	FORT ALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000												
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000												
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000												
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0631	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000												
30	LAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000												
31	LO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0767	1.0722	1.1206	1.1008	1.0650	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000												
32	JAHUAY-CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000												
33	LOMALIRGABAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000												
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000												
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9528	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000												
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	0.9883	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000												
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.0000												
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	1.0000												
39	MOCCE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605	1.0000												
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0488	1.0071	1.0640	1.0687	1.0363	0.8310	1.0000												
41	MORROPPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000												
42	MUYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000												
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000												
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.6863	1.0000												
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9694	1.0000												
46	PATA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000												
47	PAMPACUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000												
48	PAMPAGALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0000												
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8936	0.9118	0.9069	0.8363	1.0000												
50	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0365	0.9748	1.0193	0.8250	1.0000												
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	1.0000												
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0052	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	1.0000												
53	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000												
54	PLANCHON	1.0522	1.0622	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000												
55	POIMAHUACA	0.9923	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000												
56	POINGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0886	1.0567	1.0028	0.9626	0.9141	0.9728	0.9669	0.9699	0.8065	1.0000												
57	POZO REDONDO	0.9235	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	1.0385	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8472	1.0000												
58	PUNTA PERDIDA	0.9649	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000												
59	QUIJILLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000												
60	RUMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000												
61	SAN ANTON								1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000												
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000												
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9672	0.9531	1.0553	0.7550	1.0000												
64	SANTALLUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000												
65	SAYLLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000												
66	SERPENTE IN DE PASAMAYO	1.0952	1.0672	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9685	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9383	1.0000												
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000												
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	0.9094	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000												
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0000												
70	TOMASIRI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0653	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000												
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.1013	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000												
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000												
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8996	0.9387	0.															

Anexo 8. Factores de corrección para vehículos pesados

		Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)													FORMATO N° 1.1 B
Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9897	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000	
6	CAMAÑA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANICAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9897	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CATAC	1.0638	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	1.0119	0.9691	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHICMA	0.9742	0.9595	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9814	0.9459	0.7964	0.7964	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHILLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULLUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000	
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000	
20	CRUCE BAYOWAR	0.9929	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	CUJULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000	
22	DESMO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESMO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000	
26	FORT ALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9889	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8880	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000	
28	HUARMEY	1.0828	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000	
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000	
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0322	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000	
31	LO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9998	1.0660	0.9476	0.8449	1.0000	
32	JAHUAY-CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000	
33	LOMALARGABAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000	
35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0000	
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0595	1.0602	0.9693	0.9652	0.8165	1.0000	
37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000	
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0356	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8032	0.7510	0.6242	1.0000	
39	MOCOC	0.9689	0.9880	1.0960	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9495	0.6739	1.0000	
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0964	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8298	1.0000	
41	MORROPPE	0.9853	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.8783	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9980	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000	
43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9794	0.9995	0.9575	0.9266	1.0810	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	0.9901	0.9939	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000	
45	PACRA	1.0968	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9694	0.9504	0.9933	1.0005	1.0000	
46	PATA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0823	1.1406	1.0573	0.9480	0.9039	0.8388	0.7955	1.0000	
47	PAIPACUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8184	1.0000	
48	PAIPACALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	0.9332	0.9554	0.9417	0.9377	0.8104	1.0000	
49	PAIPAMARCA	1.0892	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7751	0.8073	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.8982	0.9068	0.7907	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	1.0395	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9897	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8808	1.0000	
52	PICHIRHUA	1.0749	1.0717	1.0921	1.0739	1.0482	1.0267	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000	
54	PLANCHON	1.3439	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7937	1.0000	
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0626	1.0829	1.0577	1.0278	0.9851	0.9081	0.9596	0.9608	0.9436	0.8043	1.0000	
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9968	0.9762	0.9396	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	1.0000	
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9996	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0308	1.3098	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8658	0.9105	0.9502	1.0000	
59	QUILLA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9767	1.0000	
60	RUMICHACA	1.0818	1.0268	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9651	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0068	1.0000	
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0000	
62	SAN GABAN	1.0987	1.0538	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8892	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000	
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3695	1.3441	1.2260	1.1596	1.0369	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000	
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9085	0.9206	0.7987	1.0000	
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000	
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000	
68	SODOS	1.0895	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9551	0.9911	0.9563	1.0190	0.9775	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.5981	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3387	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0000	
70	TOLLASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0693	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000	
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9399	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217	0.9488	0.9731	0.9745	0.8352	1.0000	
74	VARIANTE DE PASAMAYO														

Anexo 9. Tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados

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

Fuente: MTC.

Anexo 10. Factores de distribución direccional y de carril

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

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Anexo 11. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Anexo 12. Parámetros de diseño relacionados a la clasificación de las vías.

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de Diseño	Entre 80 y 100 Km/hora Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías.	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares.	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existan volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable.	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
Número de carriles	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
Servicio de Transporte público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado deber desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas-2005.

Anexo 13. Categoría de subrasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Anexo 14. Valores de Nivel de confiabilidad para un periodo de 20 años.

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

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Anexo 15. Coeficiente estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_R).

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

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Anexo 16. Coeficientes estructurales para las capas del Pavimento a_i .

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico. Este ES un valor Maximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingeniería debe ser explícito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar : - Un control de calidad riguroso - Indicar un valor de Estabilidad Marshal, superior a 1000 kf-f - Alertar sobre la susceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 10'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

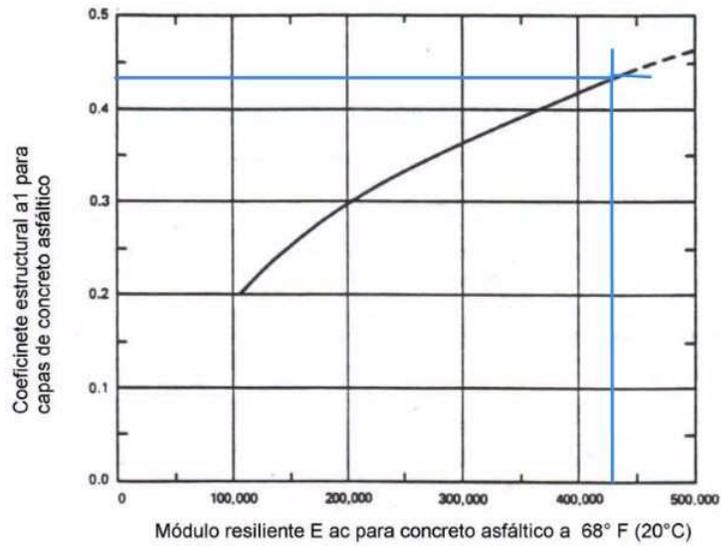
Anexo 17. Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i .

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Insuficiente	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Insuficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

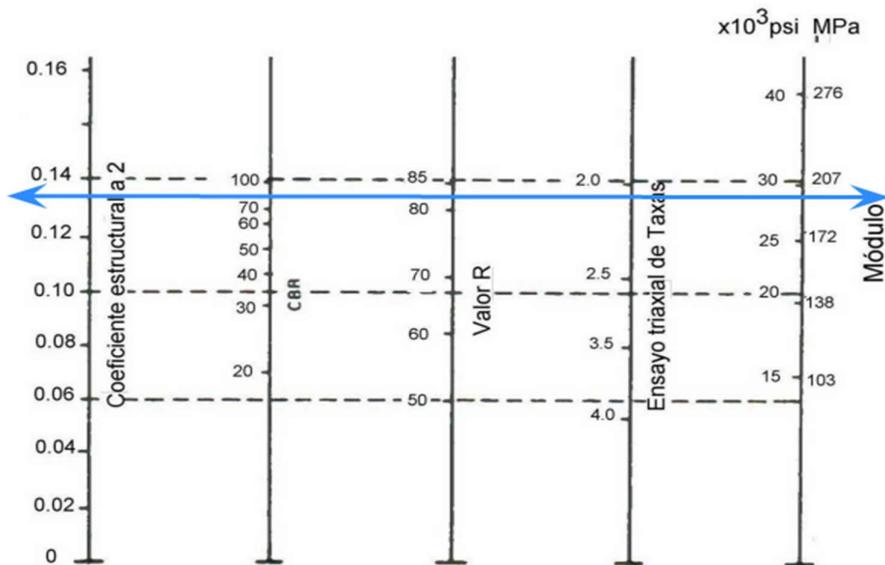
Anexos 18. Ábacos para estimar el coeficiente estructural.

Ábaco para estimar el coeficiente estructural a_1 .



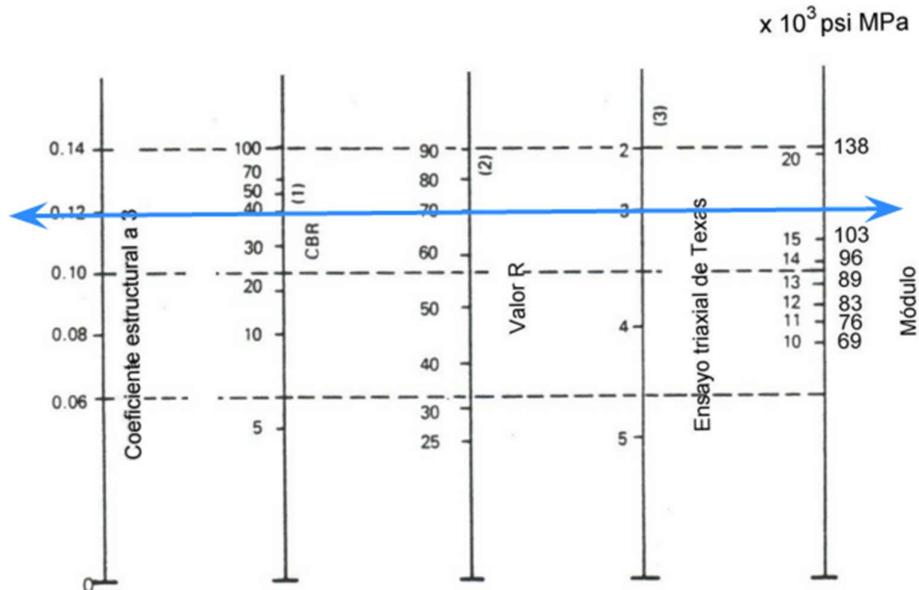
Fuente: AASHTO 93

Ábaco para estimar el coeficiente estructural de la capa a_2 .



Fuente: AASHTO 93

Ábaco de diseño para estimar el coeficiente estructural a_3 .



Fuente: AASHTO 93

Anexo 19. Catálogo de estructuras para el pavimento flexible para un periodo de 20 años.

Figura N° 12.8

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7
CBR %	M_n $2555kCBR^{0.44}$	5 cm 25 cm	6 cm 28 cm	6 cm 20 cm	7 cm 20 cm	8 cm 20 cm	8 cm 25 cm	9 cm 25 cm	9 cm 30 cm
CBR < 6%	$\leq 8,040$ psi (55.4 MPa)	(*)	(*)	15 cm (*)	16 cm (*)	16 cm (*)	17 cm (*)	23 cm (*)	24 cm (*)
$\geq 6\%$ CBR < 10%	$> 8,040$ psi (55.4 MPa) $\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)	5 cm 25 cm	6 cm 28 cm	6 cm 20 cm	7 cm 20 cm	8 cm 20 cm	8 cm 25 cm	9 cm 25 cm	9 cm 30 cm
$\geq 10\%$ CBR < 20%	$> 11,150$ psi (76.9 MPa) $\leq 17,380$ psi (119.8 MPa)	5 cm 20 cm	6 cm 23 cm	6 cm 26 cm	7 cm 27 cm	8 cm 27 cm	8 cm 20 cm	9 cm 23 cm	10 cm 26 cm
$\geq 20\%$ CBR < 30%	$> 17,380$ psi (119.8 MPa) $\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)	5 cm 15 cm	6 cm 16 cm	6 cm 19 cm	7 cm 19 cm	8 cm 19 cm	8 cm 23 cm	9 cm 26 cm	10 cm 28 cm
CBR $\geq 30\%$	$> 22,530$ psi (155.3 MPa)	5 cm 15 cm	6 cm 15 cm	6 cm 15 cm	7 cm 15 cm	8 cm 15 cm	8 cm 18 cm	9 cm 20 cm	10 cm 22 cm

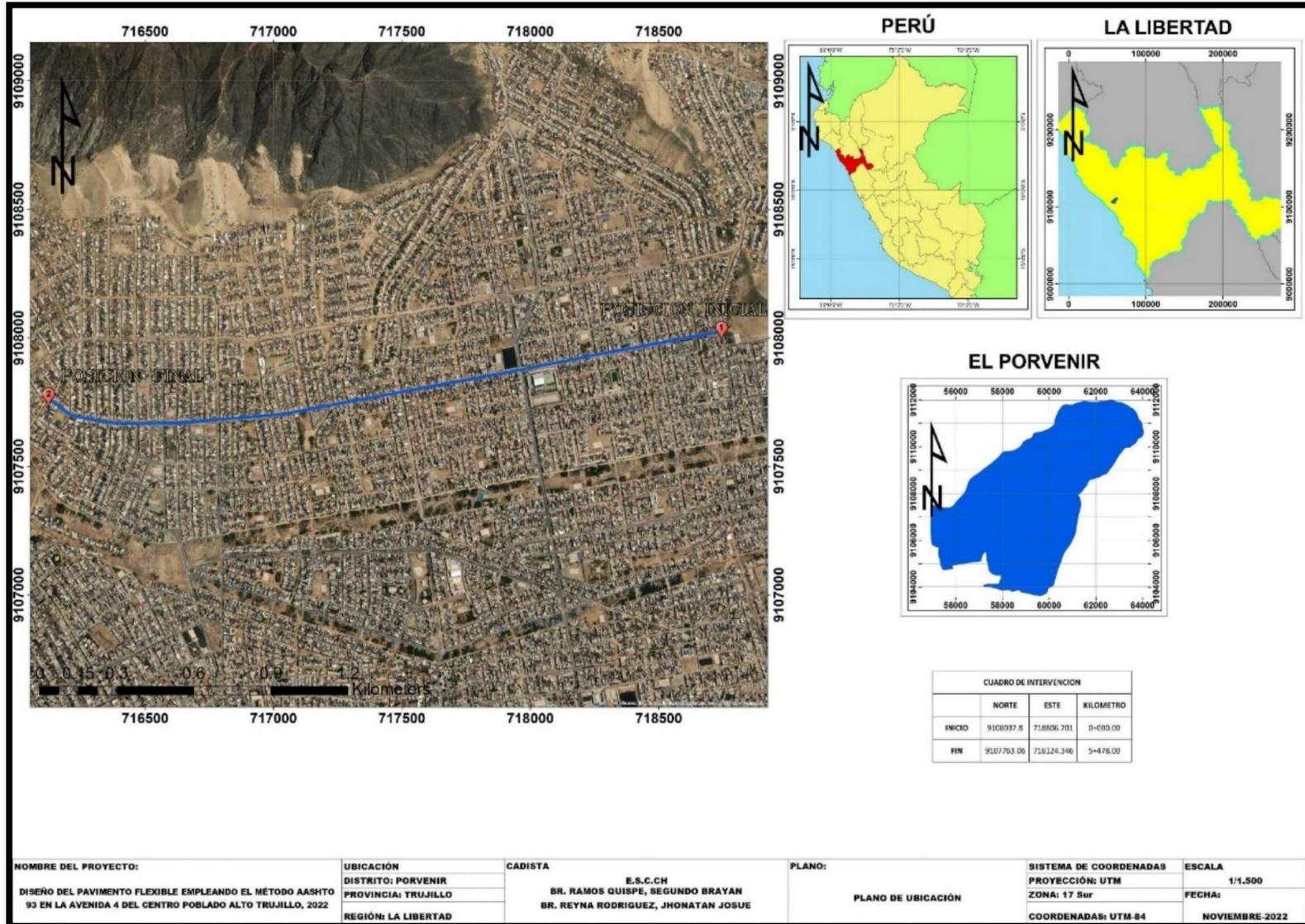
Legend:

- Carpetas Asfálticas en Caliente (CAC)
- Base Granular
- Subbase Granular

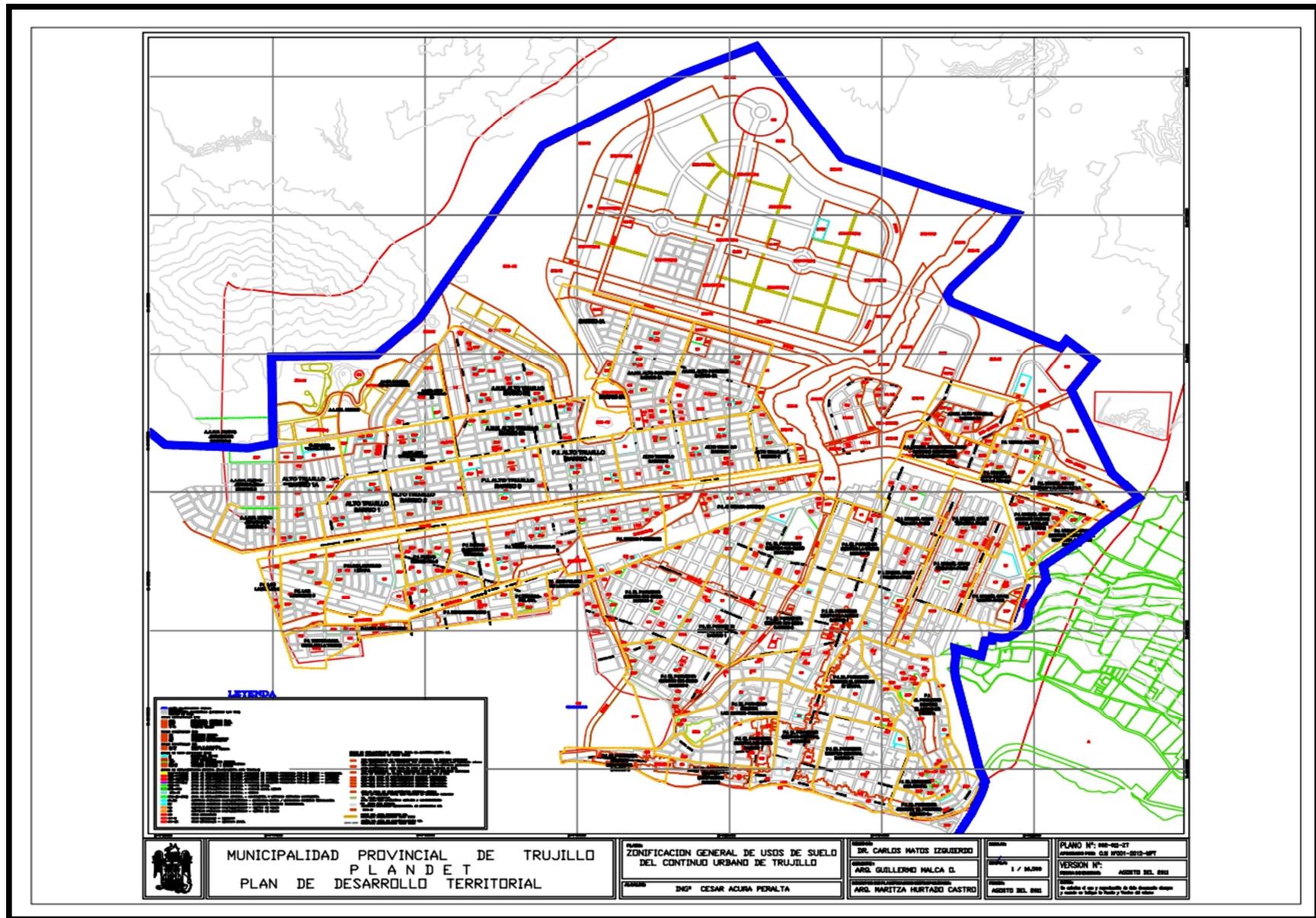
Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Anexo 19. Planos

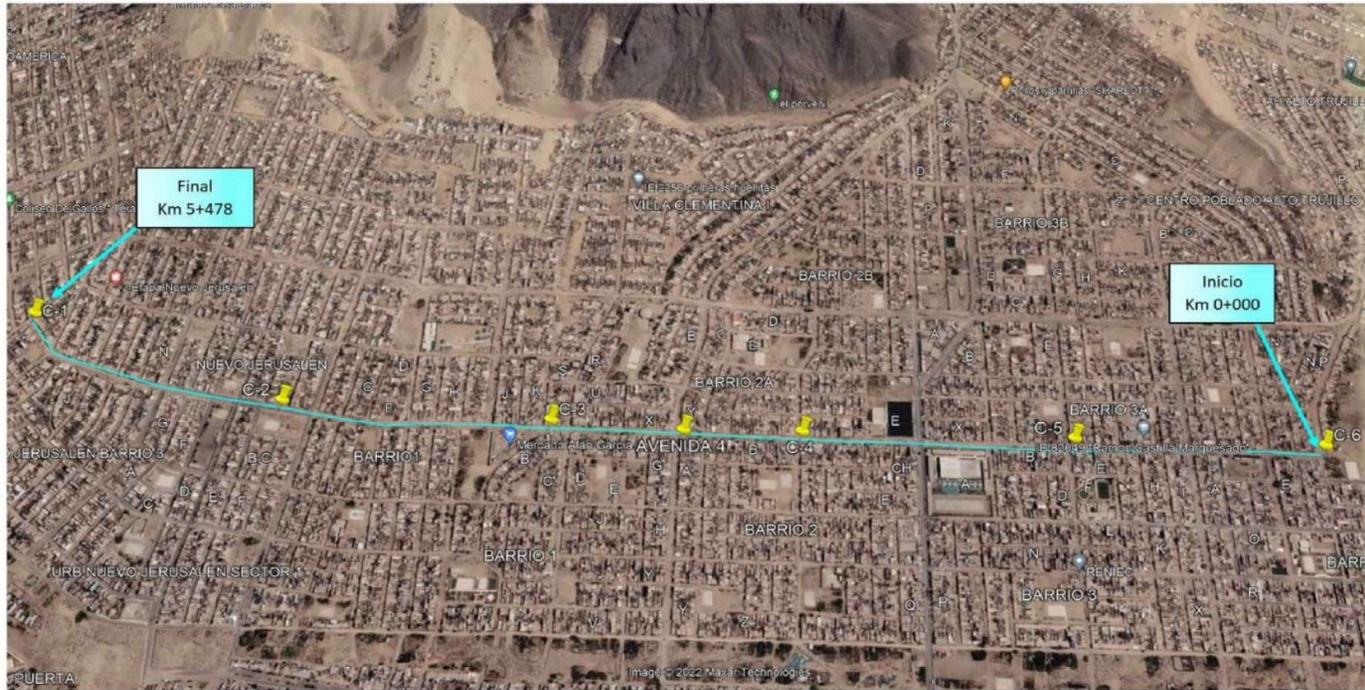
Plano 1. Ubicación.



Plano 2. Catastro.



Plano 3. Ubicación de las calicatas.



	NORTE	ESTE
C-1	9107761	716130
C-2	9107670	716712
C-3	9107739	717243
C-4	9107829	717730
C-5	9107929	718259
C-6	9108024	718750

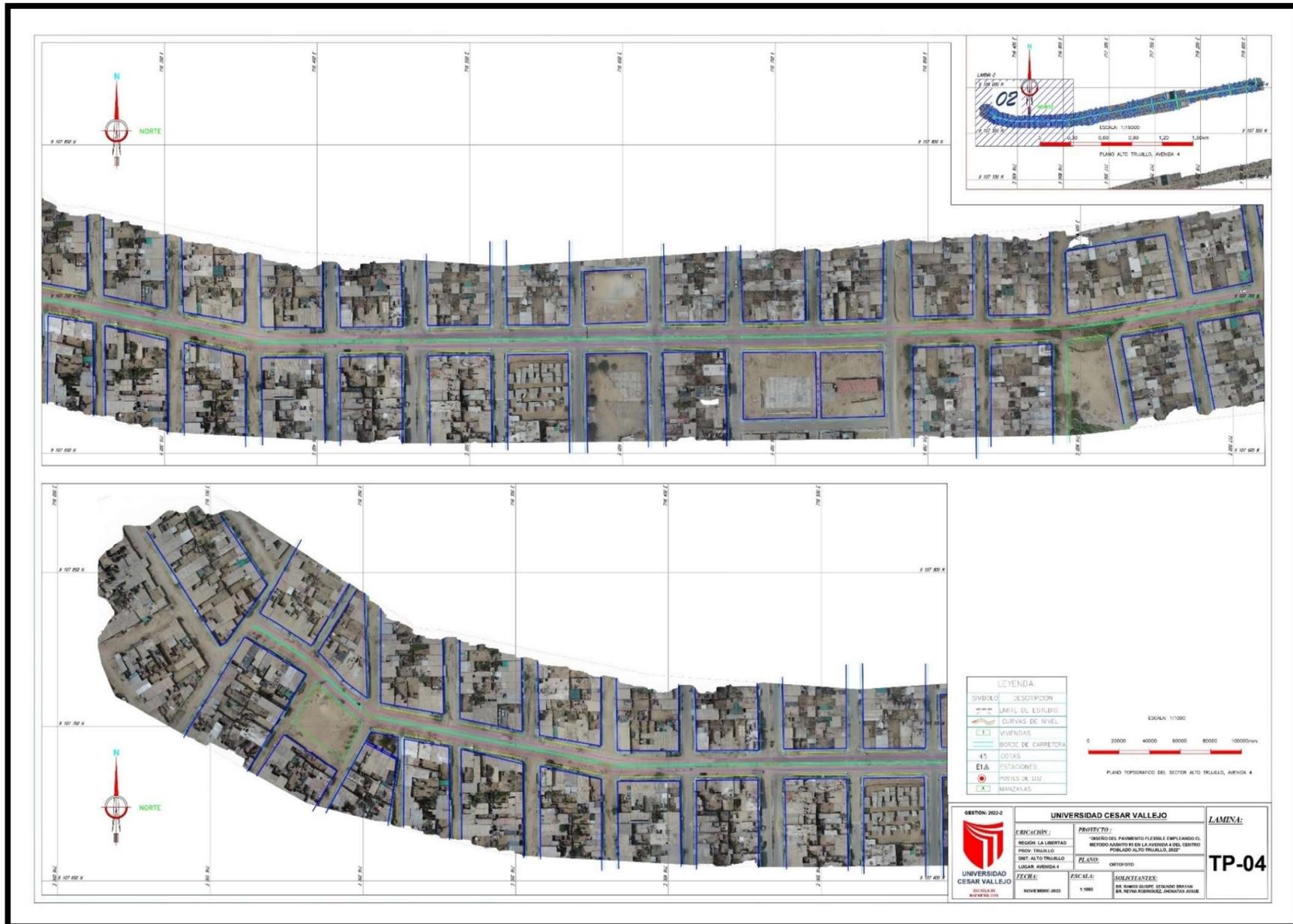
CUADRO DE INTERVENCION			
	NORTE	ESTE	KILOMETRO
INICIO	9108037.8	718806.701	0+000.00
FIN	9107763.06	716124.346	5+478.00

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	GESTION: 2022-2 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		LAMINA: PT-01	
	UBICACIÓN: REGION: LA LIBERTAD PROV: TRUJILLO DIST: ALTO TRUJILLO LUGAR: AVENIDA 4	PROYECTO: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 92 EN LA AVENIDA 4 DEL CENTRO POBLADO ALTO TRUJILLO, 2022"		
	FECHA: NOVIEMBRE 2022	PLANO: UBICACION DE CALICATAS		ESCALA: INDICADA
	SOLICITANTES: DR. RAMOS GUSPE, SEGUNDO BRAYAN DR. REYNA RODRIGUEZ, JONATAN JOSUE			

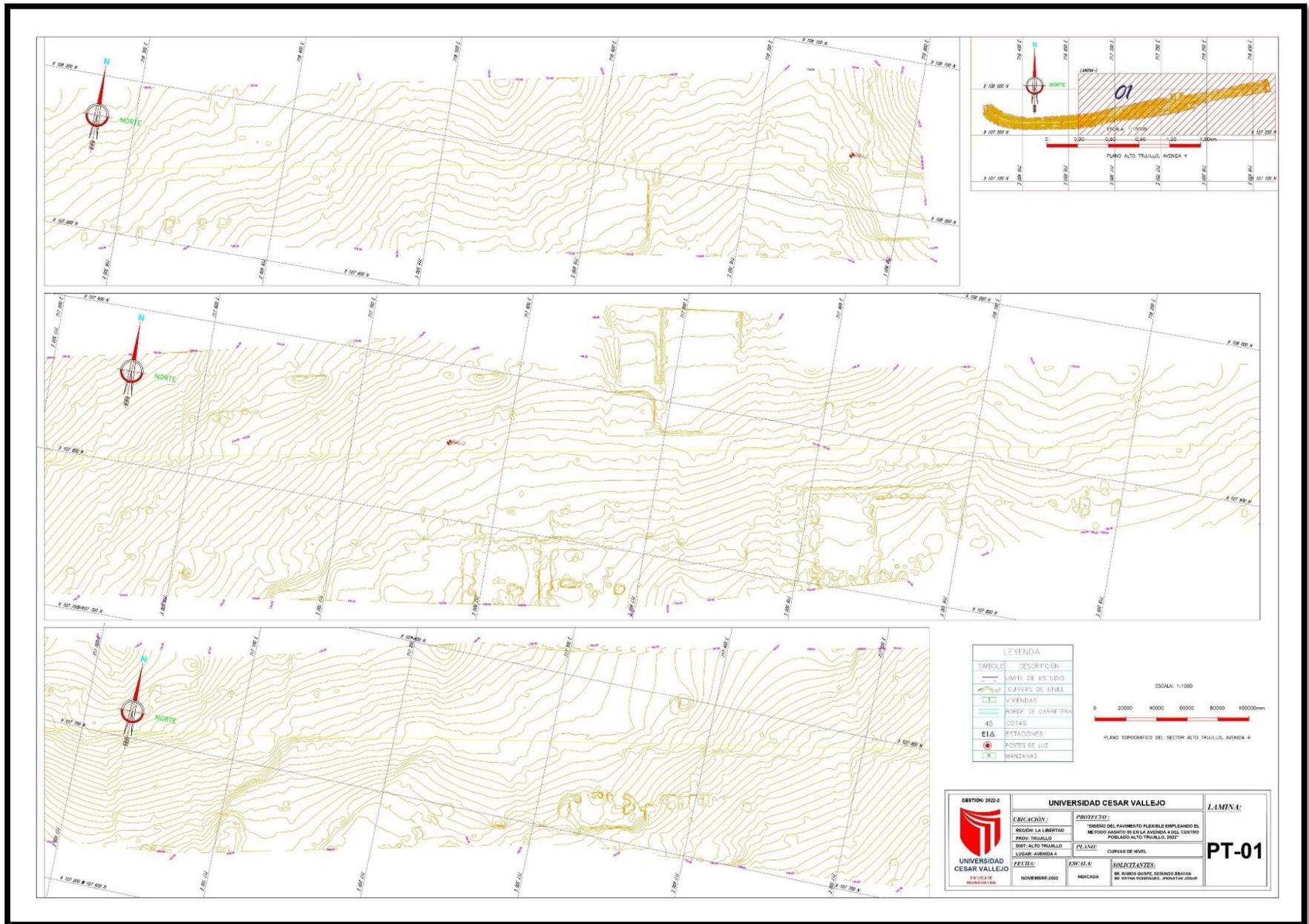
Plano 4. Ortofoto.



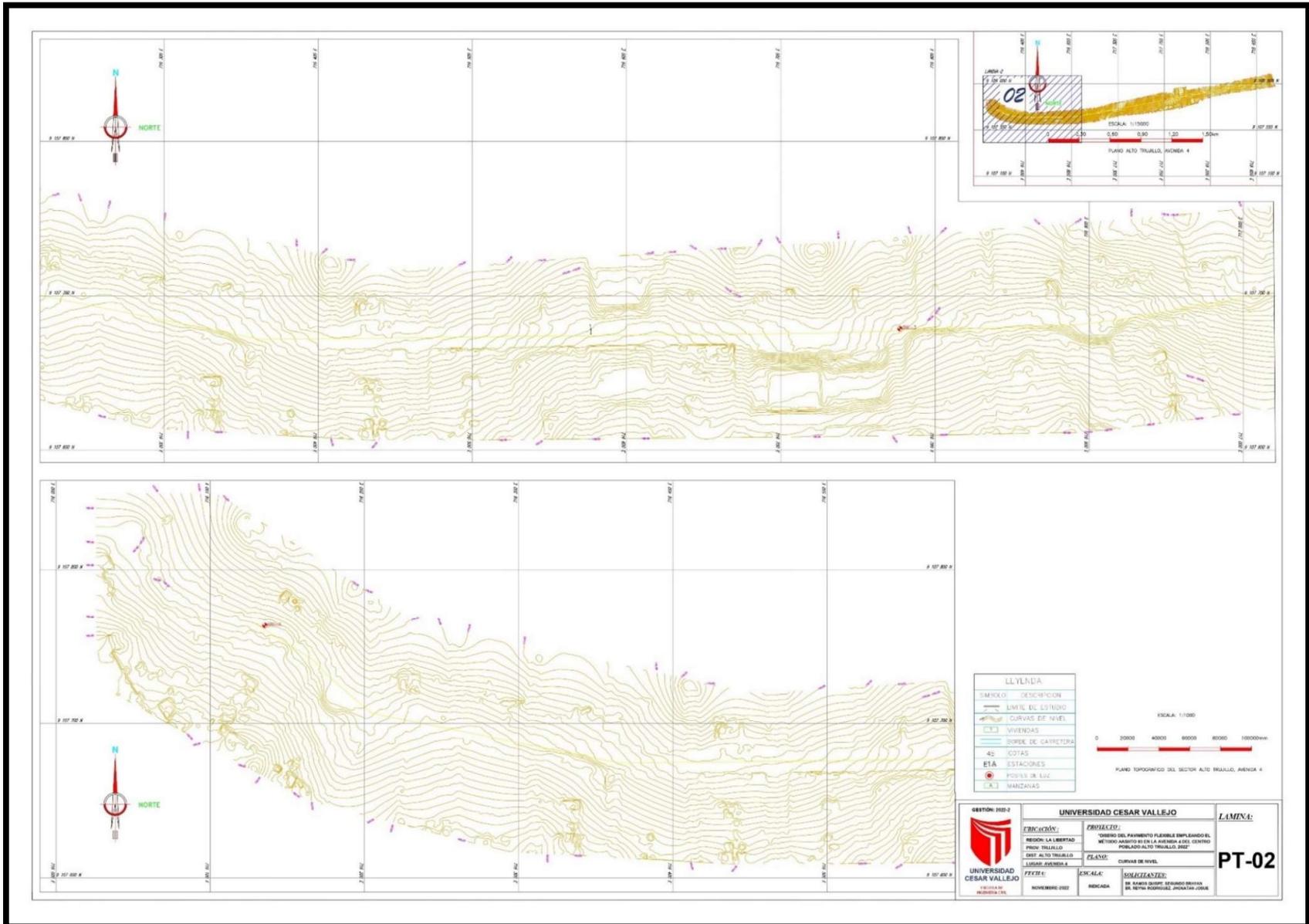
Plano 5. Ortofoto.



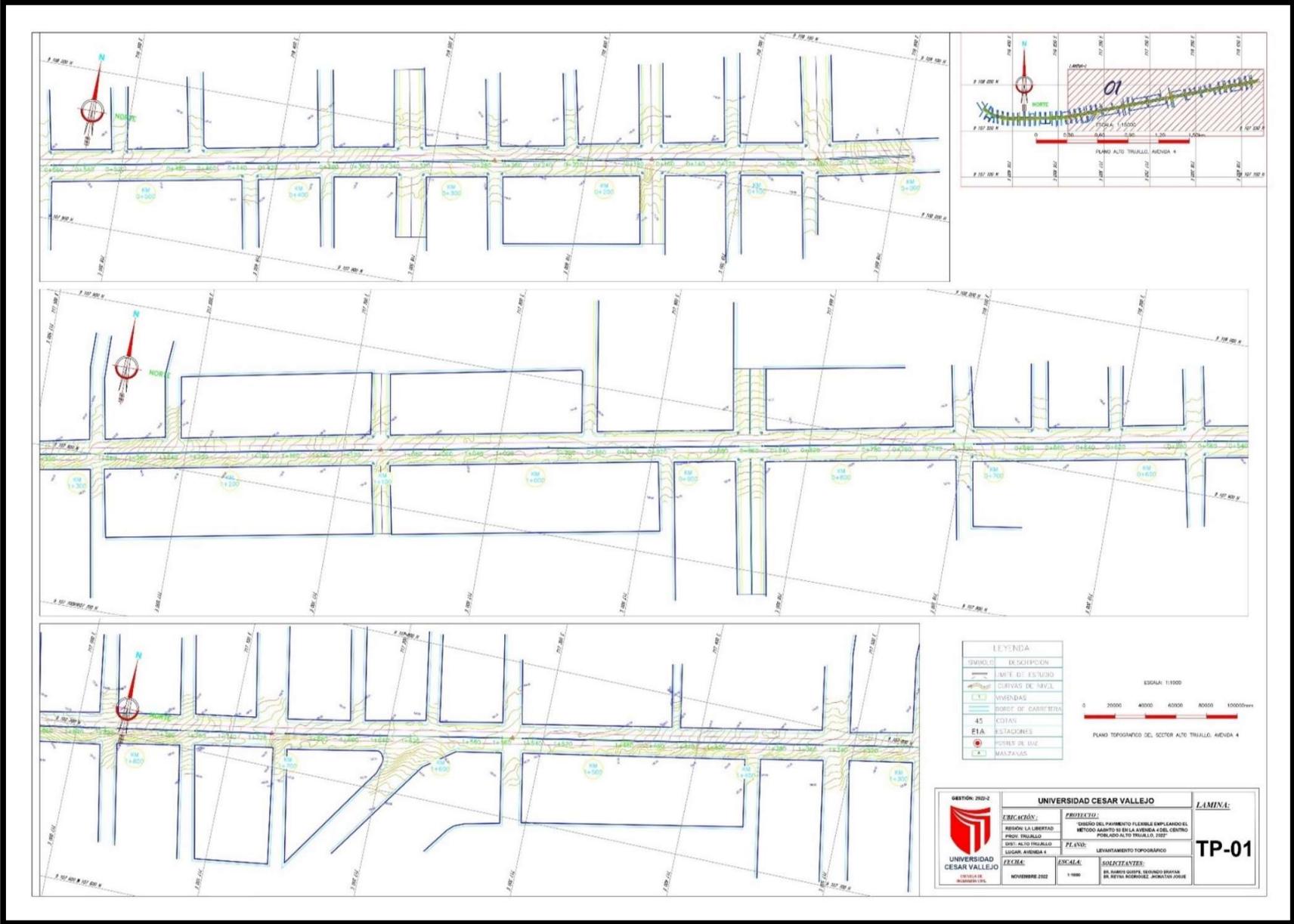
Plano 6. Curvas de nivel.



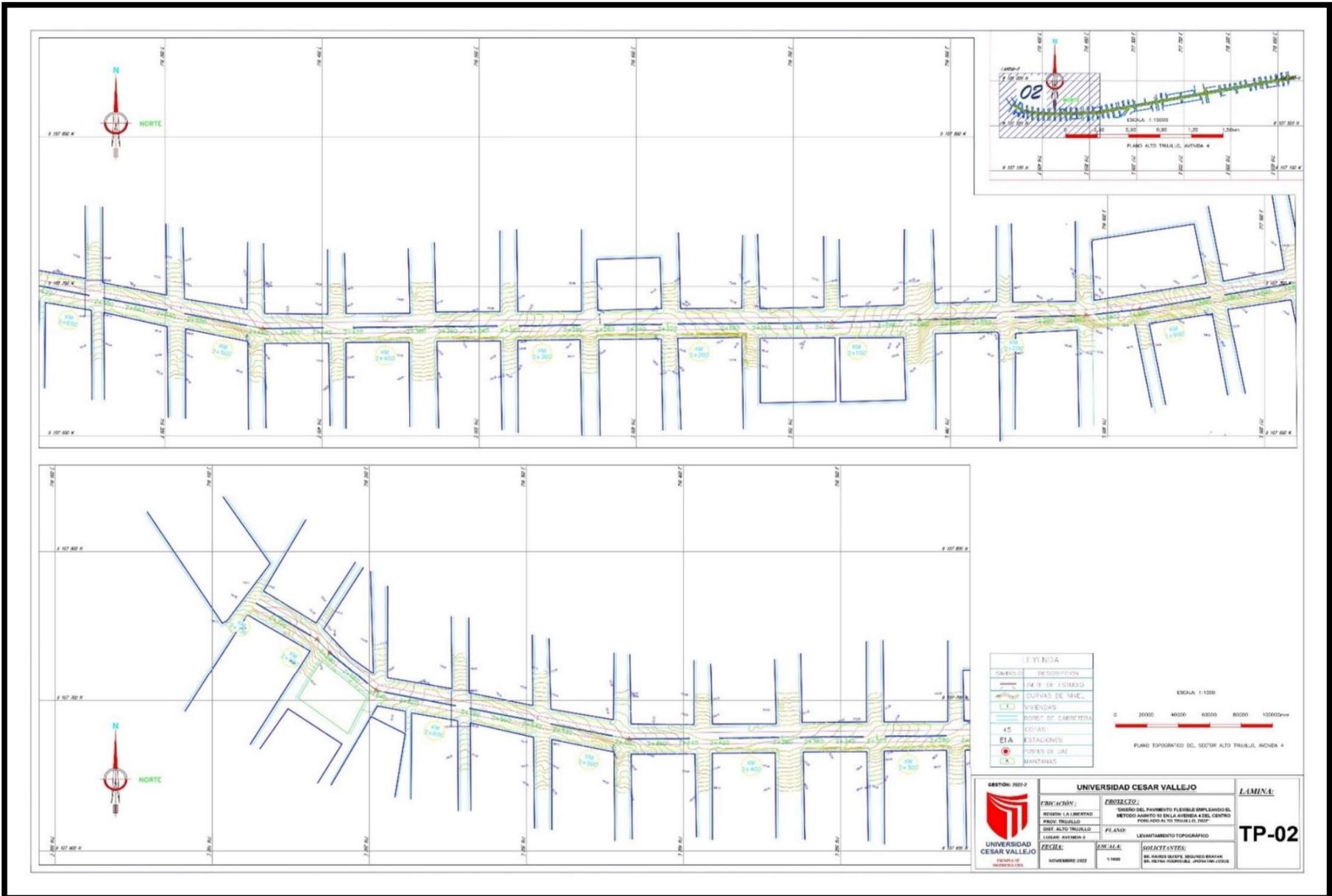
Plano 7. Curvas de nivel.



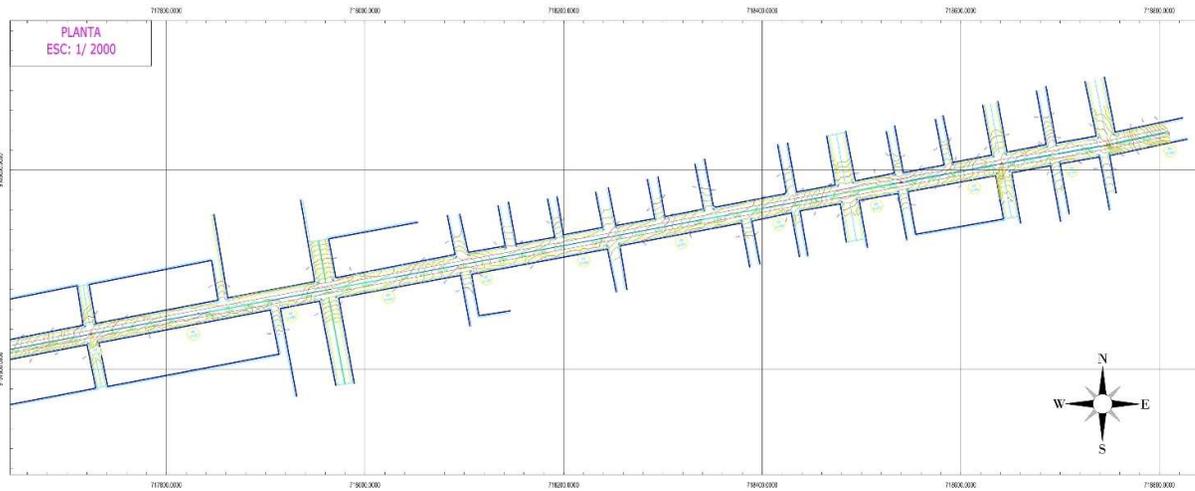
Plano 8. Topográfico.



Plano 9. Topográfico.

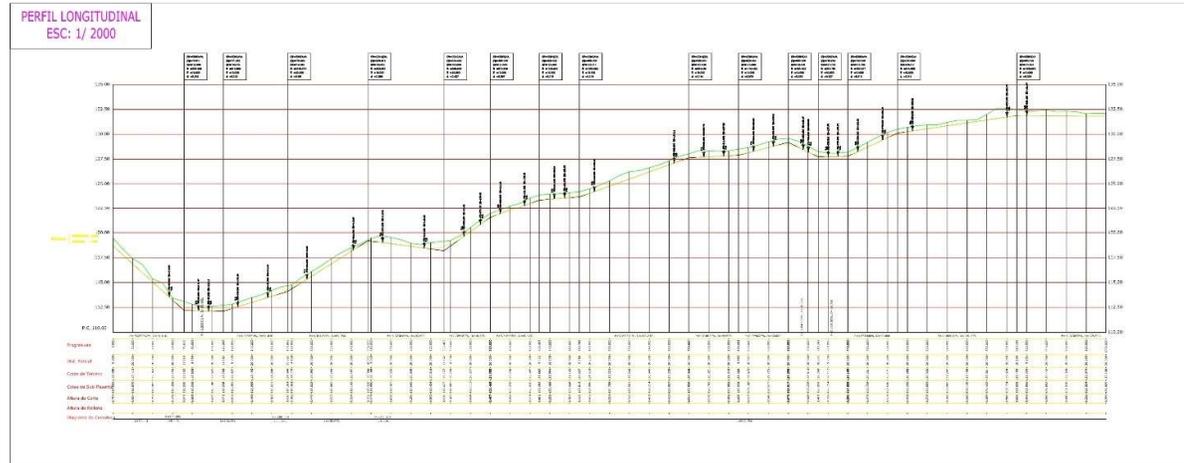


Plano 10. Planta y perfil.



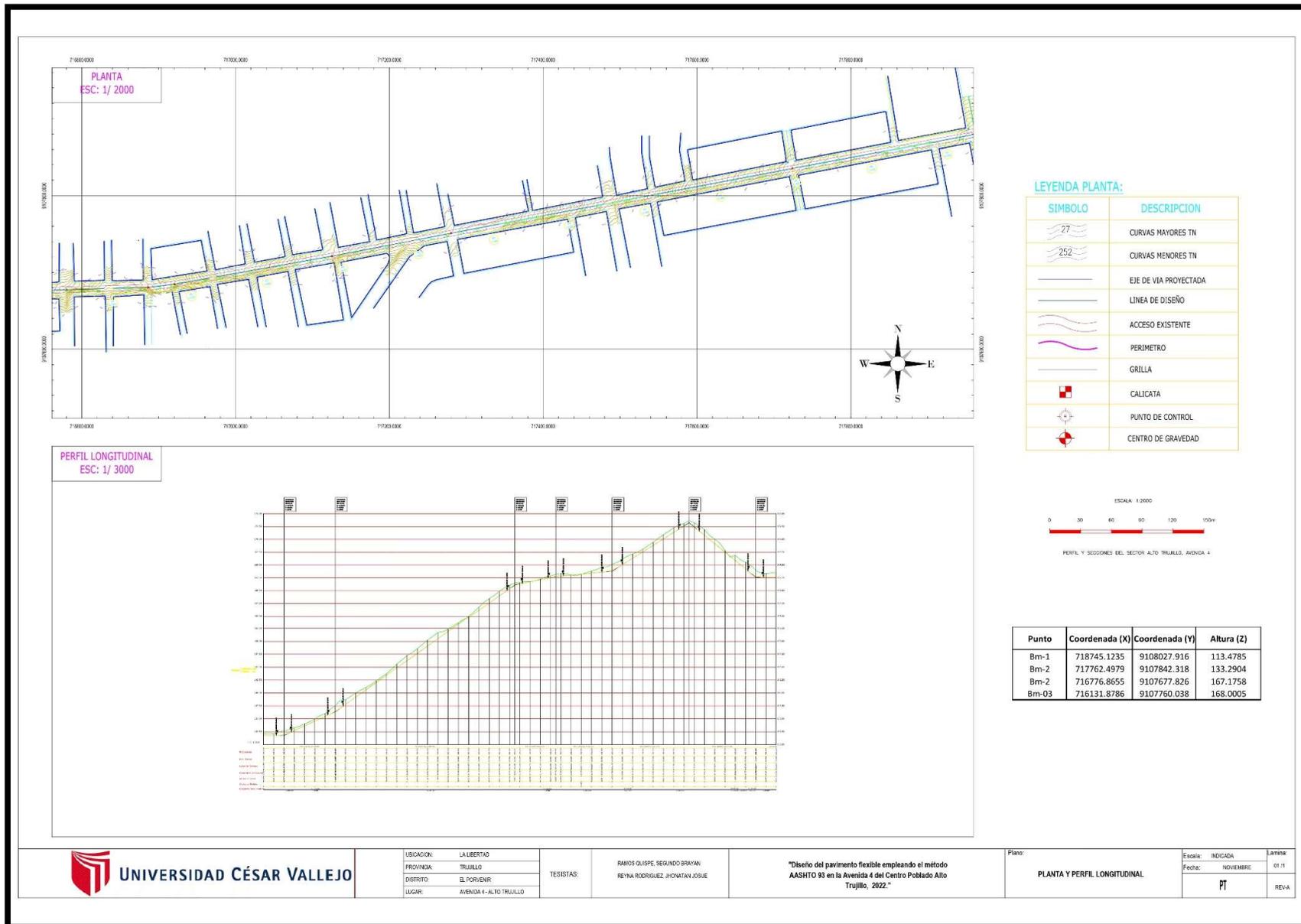
LEYENDA PLANTA:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CURVAS MAYORES TN
	CURVAS MENORES TN
	EJE DE VIA PROYECTADA
	LÍNEA DE DISEÑO
	ACCESO EXISTENTE
	PERÍMETRO
	GRILLA
	CALICATA
	PUNTO DE CONTROL
	CENTRO DE GRAVEDAD

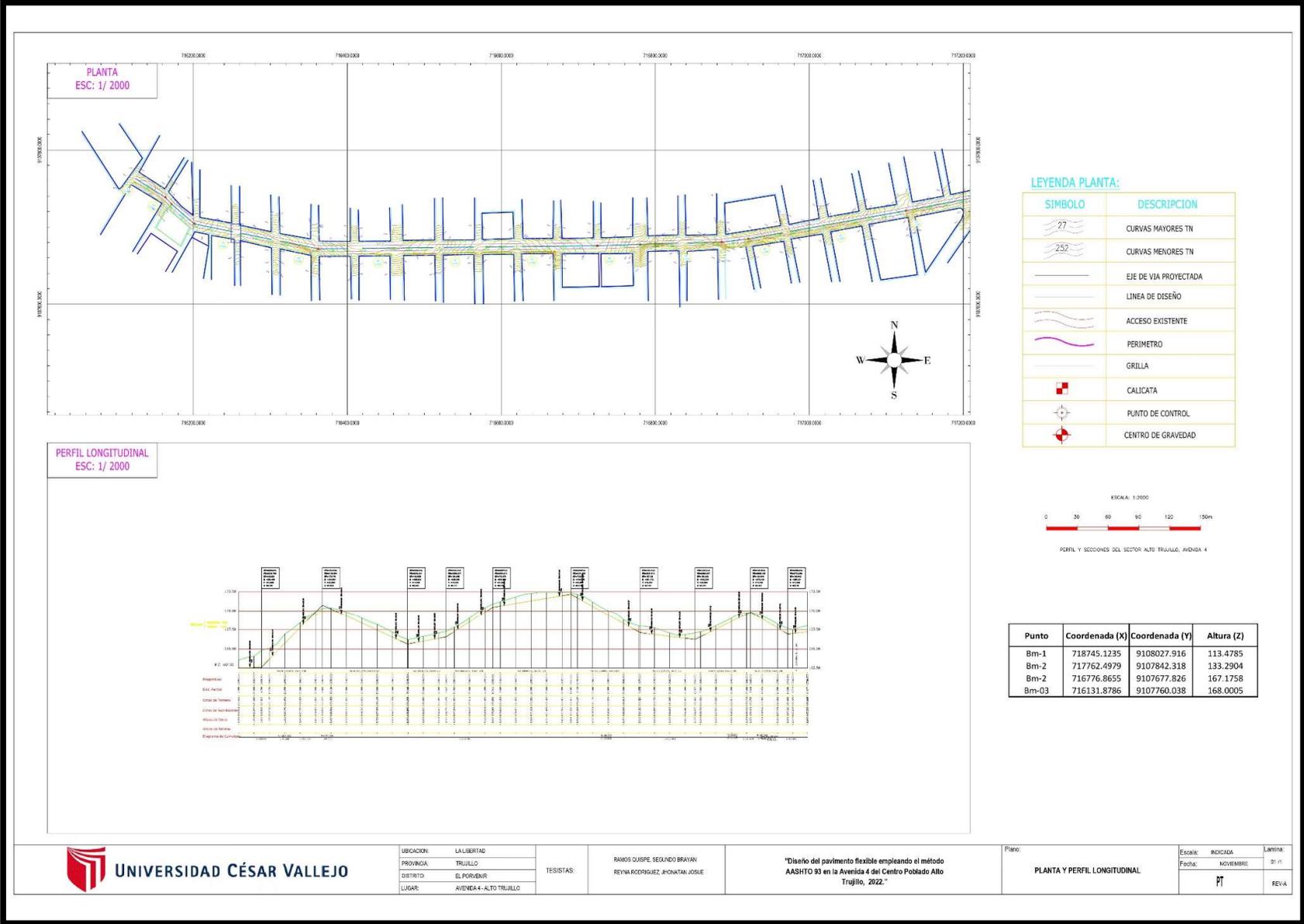


Punto	Coordenada (X)	Coordenada (Y)	Altura (Z)
Bm-1	718745.1235	9108027.916	113.4785
Bm-2	717762.4979	9107842.318	133.2904
Bm-2	716776.8655	9107677.826	167.1758
Bm-03	716131.8786	9107760.038	168.0005

Plano 11. Planta y perfil.



Plano 12. Planta y perfil.



UBICACION: LALIBERTAD
 PROVINCIA: TRUJILLO
 DISTRITO: EL PORVENIR
 LUGAR: AVENIDA 4- ALTO TRUJILLO

TESISTAS:
 RAMOS QUIRPE, SEGUNDO BRAYAN
 REYNA RODRIGUEZ, JHONATAN JOSUE

"Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022."

Plano:

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

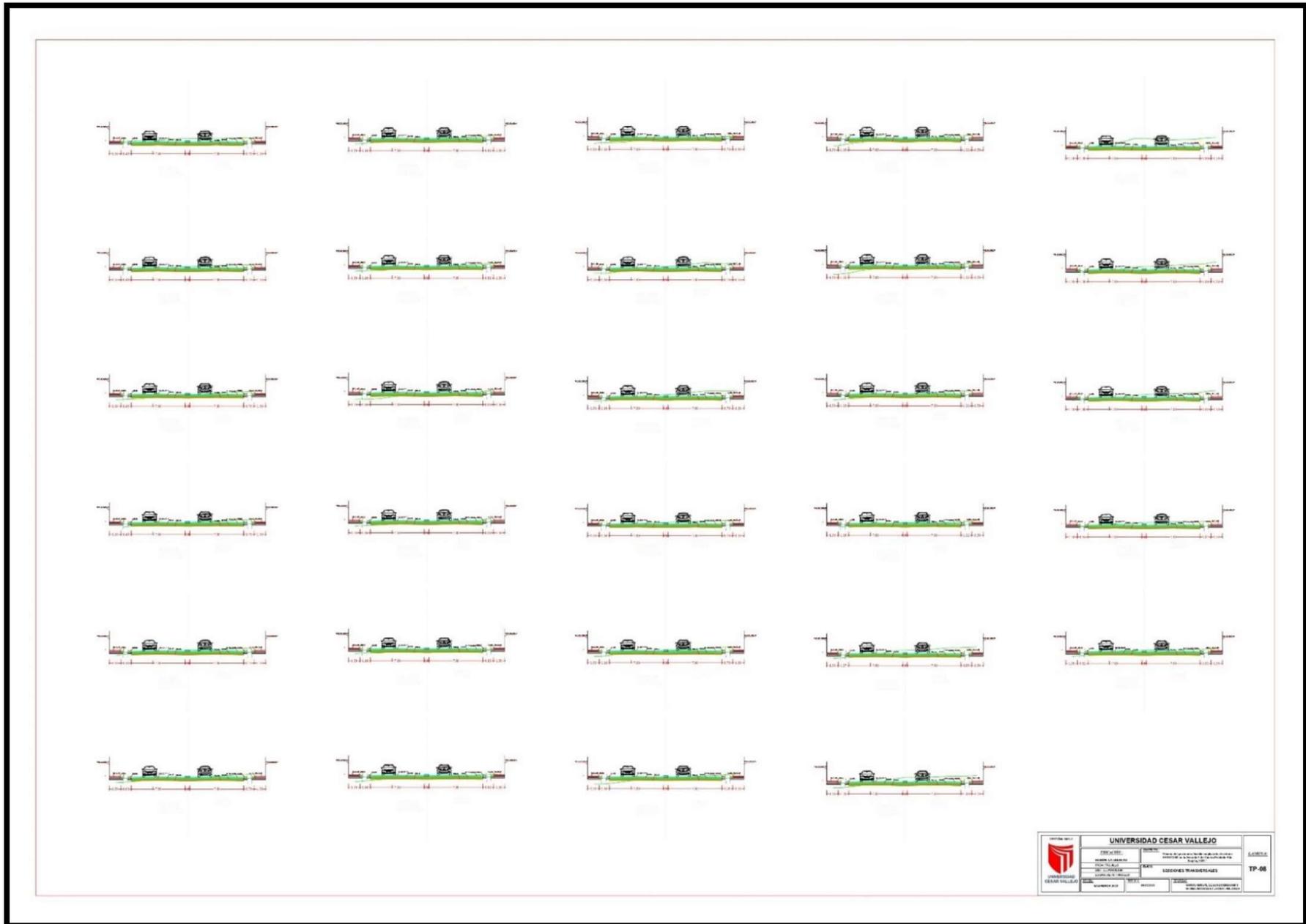
ESCALA: INDICADA
 Fecha: NOVIEMBRE
 PT
 Limpia: SI / NO
 REVA

Plano 13. Secciones transversales.



	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		LABORAL TP-05
	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SECTOR DE LA CARRETERA NACIONAL N° 1 EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE LOS RIOS	FECHA 2014	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	PROFESOR ING. JUAN CARLOS MORALES	ESTUDIANTE ING. JUAN CARLOS MORALES	FECHA 2014

Plano 16. Secciones transversales.



Plano 17. Secciones transversales.



Plano 19. Secciones transversales.



Plano 22. Secciones transversales.

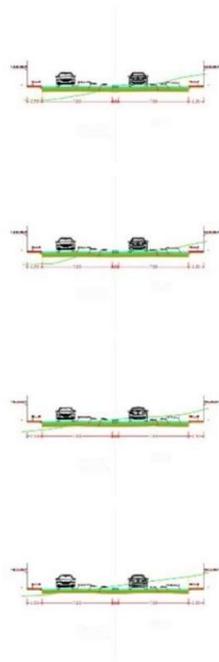




Imagen 1. Situación actual de la avenida 4.

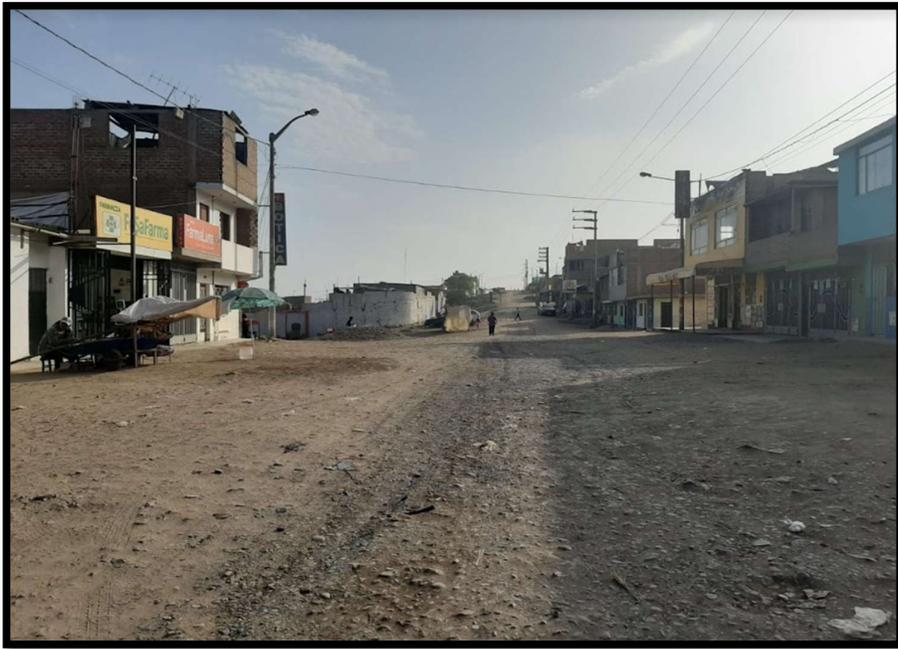


Imagen 2. Situación de la avenida 4 a la altura del Mercado Alán García.



Imagen 3. Preparación del dron para vuelo.



Imagen 4. Dron listo para la realización del levantamiento topográfico.



Imagen 5. Excavación de la calicata PC 01 de un metro cuadrado de ancho y 2.00 metros de profundidad.



Imagen 6. Terminando de realizar la excavación de la calicata PC 06, de un metro cuadrado de ancho y 2.00 metros de profundidad.



Imagen 7. Realizando el ensayo de análisis granulométrico en el laboratorio.



Imagen 8. Realizando el ensayo de Límite plástico del estrato de la PC 03.



Imagen 9. Realizando el ensayo de contenido de humedad del estrato de la PC 04.



Imagen 10. Realizando el ensayo de CBR del estrato de la PC 01.



Imagen 11. Conteo y clasificación de vehículos que transitan por la avenida 4.



Imagen 12. Fichas de conteo y clasificación vehicular empleadas en la avenida 4.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PANDURO ALVARADO ELKA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022.", cuyos autores son RAMOS QUISPE SEGUNDO BRAYAN, REYNA RODRIGUEZ JHONATAN JOSUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 26 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PANDURO ALVARADO ELKA DNI: 18081570 ORCID: 0000-0003-4866-8707	Firmado electrónicamente por: EPANDUROAL el 30- 11-2022 22:57:10

Código documento Trilce: TRI - 0436048