



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Diseño estructural de pavimento flexible de alto tránsito para uso en Asentamiento Humano aplicando la metodología AASHTO-93

ILO – MOQUEGUA 2021

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

AUTOR(ES):

CASTRO HUANCA, CHRISTIAN MOISES (ORCID: 0000-0002-3111-9384)

PACSI SALAS, ESTEYSI BELEN (ORCID: 0000-0002-8006-6936)

ASESOR:

MS. ING. AYBAR ARRIOLA, GUSTAVO ADOLFO (ORCID: 0000-0011-8625-3989)

LINEA DE INVESTIGACION

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

CALLAO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios nuestro padre todo poderoso quien ha iluminado mi camino y me dio la fortaleza para seguir adelante, para no rendirme y así poder cumplir las metas propuestas, a mis padres quienes fueron mi apoyo incondicional en todo el transcurso de la carrera, y a mi esposo quien ha sido mi fortaleza antes y durante todo este proceso para poder hacer realidad mi sueño de convertirme en una Ingeniera Civil.

Esteysi Belen Pacsi Salas

En primer lugar, dedicársela a Dios, quien me dio todo lo necesario para poder culminar la carrera, a mi padre quien me apoyo en todos los sentidos, a mis tías quienes estuvieron en todo momento dándome los ánimos para seguir adelante y a quien ahora es mi esposa la persona que camino de mi mano para lograr mi meta de ser Ingeniero Civil.

Christian Moises Castro Huanca

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por a verme protegido durante todo este camino para lograr mis metas trazadas, también le estoy enormemente agradecida a mi madre quien es el motor de mi vida y quien me motivo a seguir adelante, a mi padre quien me dio consejos para ser una buena profesional, a mi esposo quien ha estado a mi lado en todo momento apoyándome incondicionalmente. Finalmente, a la Universidad César Vallejo y a nuestro asesor Ms. Ing. Gustavo Aybar Arriola por apoyarnos durante este tiempo de elaboración y desarrollo de tesis.

Esteysi Belen Pacsi Salas

Le doy gracias a Dios por estar aquí y poder concretar mi sueño de ser un profesional, también a mi padre que estuvo acompañándome, aconsejándome y brindarme su apoyo incondicional, a mi esposa que fue el motor de mi camino y supo estar ahí, hasta en los momentos tan difíciles. Para terminar doy gracias a la Universidad César Vallejo y también agradezco la paciencia, la entrega y el empeño de nuestro Asesor In Ing. Gustavo Aybar Arriola quien nos acompañó en la elaboración de nuestro proyecto de tesis

Christian Moises Castro Huanca

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Nosotros, CASTRO HUANCA CHRISTIAN MOISES Y PACSI SALAS ESTEYSI BELEN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO sede CALLAO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulado:



"DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO-93

ILO – MOQUEGUA 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el trabajo de tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos 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.

Callao, agosto de 2021

Castro Huanca, Christian Moises	
DNI: 73466490 ORCID: 0000-0002-3111-9384	Firma 
Pacsi Salas, Esteysi Belen	
DNI: 70218271 ORCID: 0000-0002-8006-6936	Firma 

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada: “Diseño estructural de pavimento flexible de alto tránsito para uso en Asentamiento Humano aplicando la metodología AASHTO-93 ILO – MOQUEGUA 2021“, la misma que someto a su consideración, esperando que se cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, la cual consta de:

- I. Introducción**, este capítulo contiene la realidad problemática, Formulación del problema, Justificación del problema, Objetivos e Hipótesis; los mismos que fundamentan y son la base de nuestra investigación.
- II. Marco Teórico**, en este capítulo comprende los antecedentes nacionales e internacionales como también el marco conceptual, donde nos brinda información relevante de apoyo para el desarrollo de la investigación.
- III. Metodología**, para este capítulo se detalla el tipo, diseño y enfoque de investigación; población y muestra, se especifican las variables, técnicas e instrumentos; así como los métodos empleados para el análisis de datos y, por último, se hace mención a los aspectos éticos.
- IV. Resultados**, comprende la elaboración del ensayo de materiales, estudio de tráfico, el cálculo de espesores del pavimento y por último el tipo de asfalto para la estructura, todo esto utilizando la metodología AASHTO-93 y otras normativas para su desarrollo.
- V. Discusión**, se presentan, explican y discuten los resultados obtenidos luego de la implementación de la mejora en base a los antecedentes mencionados en la investigación, teniendo como soporte las bases teóricas.
- VI. Conclusiones**, se plantean las conclusiones, las cuales guardan relación con los objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación.
- VII. Recomendaciones**, se proponen algunas recomendaciones ligadas con la hipótesis de la investigación, luego de que se hayan procesado los datos recolectados mediante los instrumentos empleados.

VIII. Referencias bibliográficas, se muestra las fuentes de referencia bibliográficas empleadas en la presente investigación, según la norma ISO-690

Anexos, se presenta información importante, la cual complementa el trabajo de investigación.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	iii
PRESENTACION	iv
INDICE	vi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCION	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación del problema	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Hipótesis	5
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGIA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población (criterios de selección) y muestra	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	18
4.1. Descripción del proyecto	18
4.1.1. Ubicación del proyecto	18
4.1.2. Estudio de mecánica de suelos	21
4.1.3. Estudio de Tráfico	26
	vi

4.1.4. Diseño de pavimento flexible aplicando Metodología AASHTO-93	44
4.1.5. Tipo de Asfalto para pavimento flexible	55
V. DISCUSIÓN	57
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de ubicación del Distrito de Algarrobal en la Provincia de Ilo</i>	1
Figura 2. <i>AA.HH. Santa Rosa</i>	2
Figura 3. <i>Delimitación de la Av. de Alto transito ubicada en el AA.HH. Santa Rosa</i>	2
Figura 4. <i>Estructura de pavimento flexible convencional</i>	13
Figura 5. <i>Mapa del Perú</i>	20
Figura 6. <i>Mapa del Distrito del Algarrobal</i>	20
Figura 7. <i>Plano de ubicación de calicatas</i>	22
Figura 8. <i>Gráfico de Columnas de vehículos por día</i>	36
Figura 9: <i>Configuración de Ejes</i>	40
Figura 10: <i>Módulo de Elasticidad y Coeficiente Estructural de Sub-Base Granular</i>	49
Figura 11: <i>Módulo de Elasticidad y Coeficiente Estructural de Base Granular</i>	50
Figura 12: <i>Módulo de Elasticidad y Coeficiente Estructural de Carpeta Asfáltica</i>	51
Figura 13: <i>Espesores de pavimento flexible (Diseño Inicial)</i>	55
Figura 14: <i>Espesores de pavimento flexible (Diseño Final)</i>	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Investigación de campo	21
Tabla 2: Análisis Granulométrico	22
Tabla 4: Contenido de humedad del terreno	23
Tabla 5: Gravedad Específica	23
Tabla 6: Proctor Modificado	23
Tabla 7: Valores de CBR	24
Tabla 8: Categorías de Subrasante	24
Tabla 9: CBR Sub-Base granular.....	25
Tabla 10: CBR Base granular	25
Tabla 11: Perfil Estratigráfico	26
Tabla 12. Conteo Vehicular del lunes	27
Tabla 13. Conteo Vehicular del martes	28
Tabla 14. Conteo Vehicular del miércoles.....	29
Tabla 15. Conteo Vehicular del jueves.....	30
Tabla 16. Conteo Vehicular del viernes	31
Tabla 17. Conteo Vehicular del sábado	32
Tabla 18. Conteo Vehicular del Domingo.....	33
Tabla 19. Índice Medio Diario Semanal	34
Tabla 20: Índice medio diario anual	37
Tabla 21: Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	38
Tabla 22: Relación de cargas por eje para Pavimentos Flexibles	40
Tabla 23: Factor de Vehículo Pesado	40
Tabla 25: Periodo de Análisis	41
Tabla 26: Tasa de crecimiento promedio anual de la población	42
Tabla 27: Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)	42
Tabla 29: Perfil Estratigráfico	44
Tabla 30: Nivel de confiabilidad	45
Tabla 31: Desviación Estándar Normal.....	45
Tabla 32: Índice de Serviciabilidad Inicial.....	46
Tabla 33: Índice de Serviciabilidad Final	47
Tabla 34: Variación de Serviciabilidad	47
Tabla 35: Cuadro resumen de propiedades de materiales.....	50
Tabla 36: Calidad de Drenaje	51
Tabla 37: Coeficiente de Drenaje.....	51
Tabla 38: Cuadro resumen de coeficiente de drenaje.....	51

Tabla 39: Cuadro de espesores del pavimento flexible (Diseño Inicial).....	53
Tabla 40: Espesores mínimos para pavimento flexible	54
Tabla 41. Cuadro de espesores del pavimento flexible (Diseño Final)	54
Tabla 42. Temperatura Promedio Anual	55
Tabla 43: Selección de tipo de cemento asfáltico	56
Tabla 44: Resultados de estudio de mecánica de suelos.....	59

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia	69
Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables	70
Anexo 3. Efectos y Causas del Problema	71
Anexo 4. Diagrama de flujo	72
Anexo 5. Validación por juicio de Expertos	73
Anexo 6. Panel fotográfico	75
Anexo 7 . Estudios de Suelos	77
Anexo 8. Plano de ubicación y localización del pavimento flexible	98
Anexo 9. Plano de detalles del pavimento flexible	99

RESUMEN

La tesis titulada “Diseño estructural de pavimento flexible de alto tránsito para uso en Asentamiento Humano aplicando la metodología AASHTO-93 ILO – MOQUEGUA 2021”, se desarrolló con el fin de elaborar un diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito.

La presente consta de un diseño de investigación no experimental y su tipo de estudio es aplicada, ya que la investigación se enfoca en darle solución a la realidad problemática, que tiene un acceso inadecuado a la zona vehicular como peatonal, de la Avenida N° 05 del A.A.H.H. Santa Rosa del distrito del Algarrobal.

El proyecto presenta el diseño estructural del pavimento flexible según la metodología AASHTO 93, por ende, se determina los espesores para el diseño utilizando como datos relevantes, el ESAL de diseño y CBR de la subrasante como también el tipo de asfalto para la carpeta asfáltica, todo ello basado en la Guía AASHTO-93, normativas como CE.010 Pavimentos Urbanos y el Manual de Asfaltos Petroperú.

Por último, el diseño estructural bajo la metodología AASHTO-93 brinda un óptimo diseño y mejor desempeño antes posibles fallas estructurales, logrando resolver los problemas de nuestra investigación y dar solución a las dificultades como el acceso y transitabilidad de los peatones y conductores.

Palabras Clave: metodología, pavimento flexible, diseño estructural, peatones, vehículos.

ABSTRACT

The thesis entitled "Structural design of high traffic flexible pavement for use in Human Settlement applying the AASHTO-93 ILO - MOQUEGUA 2021 methodology", was developed with the purpose of elaborating a structural design of the high traffic flexible pavement.

This is a non-experimental research design and its type of study is applied, since the research focuses on providing a solution to the problematic reality, which has an inadequate access to the vehicular and pedestrian area of Avenue No. 05 of the A.A.H.H. Santa Rosa in the district of Algarrobal.

The project presents the structural design of the flexible pavement according to the AASHTO 93 methodology, thus determining the thicknesses for the design using as relevant data, the design ESAL and CBR of the subgrade as well as the type of asphalt for the asphalt layer, all based on the AASHTO-93 Guide, regulations such as CE.010 Urban Pavements and the Petroperú Asphalt Manual.

Finally, the structural design under the AASHTO-93 methodology provides an optimal design and better performance before possible structural failures, solving the problems of our research and providing a solution to the difficulties such as access and trafficability for pedestrians and drivers.

Keywords: methodology, flexible pavement, structural design, pedestrians, vehicles.

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad Problemática

Uno de los problemas que aquejan en gran medida a la población peruana corresponde al mal estado de las pistas, las cuales atentan contra la integridad de los peatones y conductores, y que dan cuenta de la existencia de malas prácticas de gestión para la implementación de pistas y mantenimiento de estas.

Esta realidad se aplica en la Provincia de Ilo, y es visible en muchas de las avenidas, tal como la Avenida 05 ubicada en Santa Rosa, que es de alto tránsito de un gran número de vehículos, principalmente transporte público y privado, los cuales demandan que las capas sean resistentes y duraderas.

La presente tesis se realizará un diseño de pavimento flexible de la avenida S/N de alto tránsito ubicado en el A.A.H.H. Santa Rosa Distrito del Algarrobal- Provincia de Ilo, aplicando el método AASHTO - 93 con la finalidad de resolver la problemática de inaccesibilidad a la zona, ya que actualmente no cuenta con ningún tipo de pavimentación.

Figura 1. Mapa de ubicación del Distrito de Algarrobal en la Provincia de Ilo



Fuente: Wikipedia.com

Figura 2. AA.HH. Santa Rosa



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3. Delimitación de la Av. de Alto transito ubicada en el AA.HH. Santa Rosa.



Fuente: Google Earth

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo podemos elaborar un diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito utilizando la metodología AASHTO-93 para uso en el A.A.H.H. SANTA ROSA, del distrito del Algarrobal - Provincia de Ilo?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo podemos evaluar los parámetros del terreno de fundación para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito según AASHTO 93?
- ¿Cómo podemos determinar el tránsito vehicular para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito?
- ¿Cómo podemos hacer la conformación de la estructura del pavimento de acuerdo con las normas técnicas del MTC y de la AASHTO 93?
- ¿Cómo podemos diseñar el tipo de carpeta asfáltica de acuerdo al clima de la zona de Moquegua?

1.3. Justificación del problema

1.3.1. Justificación metodológica

La justificación metodológica de la presente investigación se elaborará con un instrumento para medir la variable independiente "DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO" y su forma de afectación sobre la variable dependiente "APLICANDO METODOLOGIA AASHTO-93".

1.3.2. Justificación practica

Por motivo de inaccesibilidad a la zona intervenida, tanto vehicular como peatonal debido que dicha zona es de alto tránsito, es

necesario su mejora con la finalidad de beneficiar a la población directa.

1.3.3. Justificación teórica

La investigación realizara un análisis de las principales teorías referentes al diseño de pavimento flexible de alto tránsito, enfocado en el método AASHTO-93. El análisis teórico permitirá llevar a la práctica tal planteamiento aplicado a la realidad problemática, generando de este modo aportes a las propias teorías y comprobando su aplicabilidad.

1.3.4. Justificación social

La investigación se realizará con el fin de dar un aporte social a los habitantes de la zona del A.A.H.H. Santa Rosa del distrito del Algarrobal – Provincia de Ilo, siendo la población directa quienes se localizan en la avenida de alto tránsito, ya que es necesario la construcción de tal vía para un mejor tránsito y acceso.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Elaborar un diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito utilizando la metodología AASHTO-93 para uso en el A.A.H.H. SANTA ROSA, del distrito del Algarrobal - Provincia de Ilo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros del terreno de fundación para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito según AASHTO 93.
- Determinar el tránsito vehicular para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito.
- Elaborar la conformación de la estructura del pavimento de acuerdo con las normas técnicas del MTC y de la AASHTO 93.
- Diseñar el tipo de carpeta asfáltica de acuerdo con el clima de la zona de Moquegua.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Diseñando la estructura del pavimento flexible de alto tránsito según la metodología AASHTO 93, cumple con las normas técnicas del MTC para uso en avenida del Asentamiento Humano.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Determinando los parámetros del terreno de fundación se diseña adecuadamente el pavimento flexible de alto tránsito según la metodología de la AASHTO-93.
- Determinando el tránsito vehicular se diseña adecuadamente el pavimento flexible de alto tránsito según la metodología AASHTO-93
- Conformando adecuadamente de acuerdo con los resultados de AASHTO-93 la estructura del pavimento, la construcción de la vía terrestre tendrá funcionalidad adecuada.
- Diseñando la carpeta asfáltica adecuada al tipo de clima de la zona de Moquegua se logra la vida útil planteada en el diseño.

II. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes Internacionales

Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos mediante el método AASHTO 93. de acuerdo a la Investigación de tesis para lograr el título de Ingeniero Civil, en Ecuador, según (Espinoza Correa, 2018), nos indica como objetivo que se puede diseñar pavimentos más económicos mediante el análisis y demostración, con programas computacionales ahorrando costos en recursos empleados para los proyectos que de forma empírica, estableciendo así un tipo de capa de rodadura más factible, logrando como resultado de su investigación la funcionalidad del programa MATLAB como una herramienta adecuada para introducir datos de construcción inicial y global en los pavimentos, siempre y cuando se obtenga los costos de los recursos a emplear.

El Diseño de pavimento flexible del tramo carretero 0+000 al Km 1+840 de la carretera (camino viejo a la central hidroeléctrica de CFE” en el Municipio de Urupan, Michoacán de acuerdo a la Investigación de tesis para lograr el título de Ingeniero Civil, en México, según (Torres Cabrera, 2018), nos indica como objetivo obtener un diseño óptimo para el pavimento flexible entre el tramo de Camino Viejo y la Central Hidroeléctrica de CFE, teniendo en cuenta la cantidad de carros que transitan por esta vía, con el fin de mejorar el terreno sin pavimentar. Como conclusión de la investigación se definió las tres capas del pavimento flexible teniendo como resultado: Carpeta asfáltica 5cm, Base hidráulica 19cm y Sub-base de 15cm por último se clasifico los vehículos que transitan por ese tramo de vía logrando así que sea menos difícil los cálculos de diseño.

El Diseño de la estructura de un pavimento flexible aplicando el método AASHTO-93, para el corredor vial comprendido entre la Diagonal 65 – Cai Boston – Cruce vía Yuma en Barrancabermeja, Santander. de acuerdo a la Investigación de tesis para lograr el título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos, en Colombia, según (Amaya Alfonso, 2019), nos indica como objetivo dar prioridad

al acceso hacia el municipio de Barrancabermeja garantizando la seguridad, durabilidad y comodidad de la vía realizando los estudios y diseños para definir las características de las capas del pavimento mediante la metodología AASHTO-93, de acuerdo a la investigación presentada se concluyó que al realizar 11 calicatas a 500 metros de longitud y una profundidad de 1.5 metros , la capacidad portante de la sub-rasante era muy baja con resultados de CBR de 1% a 2% de acuerdo al estudio de suelos que se realizó, por lo que se optó por mejorar la subrasante con cal al 3%, con ello se mejoró el CBR al 5% finalmente se propuso las capas de estructura del pavimento flexible para la vía que conecta al municipio de Barrancabermeja.

Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO utilizando como capa de rodadura un asfalto natural y chequearlo por el método racional. de acuerdo a la Investigación de tesis para lograr el título de especialista en Diseño y Construcción de Pavimentos, en Colombia, según (Montealegre Arias, 2019), analiza que debido a la escasa economía de la comunidad se tiene como objetivo el diseño estructural del pavimento flexible, añadiendo a las características del proyecto ASFALTITA como material de capa de rodadura, obteniendo así una optimización de recursos para la ejecución de proyectos civiles, como también, el aplicar el método AASHTO a la investigación y luego corroborar las capas del pavimento con el método RACIONAL garantizando así que los estratos de la estructura soporten los esfuerzos generados por las cargas de tránsito teniendo como resultado de la investigación que la Asfaltita se puede utilizar como material para la estructura del pavimento flexible, ya que el tráfico vehicular es de baja circulación y no necesita un pavimento robusto para su funcionalidad vial, por último el método racional ayudo al cálculo de los esfuerzos y deformaciones lo que permitió una optimización y durabilidad de la estructura del pavimento.

Antecedentes Nacionales

El Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017. de acuerdo a la Investigación de tesis para lograr el título de Ingeniero Civil, en Huancavelica, según (Escobar Bellido y Huincho Ochoa, 2017), analiza que esta investigación tiene como objetivo el conocer el Índice Medio Diario Anual del tráfico vehicular para el diseño del pavimento flexible, ya que genera fallas en el pavimento debido a la alta demanda de vehículos, también se requiere determinar el CBR del suelo ya que a lo largo de la vía presenta variaciones críticas de capacidad portante lo que ocasiona un deterioro prematuro de la capa de la estructura, se concluye que el IMDA es de 467 veh/día por tanto los valores de diseño se tienen que modificar para obtener un resultado óptimo en la estructura del pavimento, también el CBR presenta un resultado de 7.2% lo cual es catalogado como un suelo de subrasante regular lo que conlleva a no optar por cambios en la estabilización del suelo.

El Diseño del pavimento para el mejoramiento de la transitabilidad vial entre los jirones Helmes y Ortiz – Los Olivos, 2018. de acuerdo a la Investigación de tesis para lograr el título de Ingeniero Civil, en Lima, según (Castillo Ynga, 2018), tiene como objetivo diseñar un pavimento para mejorar la transitabilidad vehicular, peatonal y de personas discapacitadas, esto con el fin de que el pavimento pueda soportar las condiciones climatológicas y cargas transmitidas por el tráfico, llevando a un aumento de la vida útil de la capa de rodadura y mayor comodidad de los usuarios, esta investigación llegó a la conclusión que siendo un pavimento rígido o flexible, estos mejoran la transitabilidad de los usuarios bajo las normativas de la AASHTO, CE. 010 Pavimentos Urbanos y A. 120 Accesibilidad para Personas con Discapacidad y de las Personas Adultas Mayores el cual hace que se cumpla con los reglamentos básicos y así garantizar la integridad de los vehículos y peatones.

Análisis y diseño de pavimento flexible poroso en laboratorio como propuesta de solución a la drenabilidad de aguas pluviales en la ciudad de Puno, sobre trabajo de tesis para el título de ingeniero civil, según (Cuentas Paucar, 2019), tiene

como objetivo principal el diseñar un pavimento poroso que aporte a la disminución de aguas de lluvia en las vías de tránsito, cumpliendo con los parámetros de resistencia para poder soportar las cargas que se transmiten a las capas de la estructura, lo cual concluye que mediante el ensayo de cántabro, se determinó que la resistencia al desgaste cumple con la normativa EG-2013, como también, la permeabilidad se encuentra dentro del rango establecido por la normativa y por tanto se puede aplicar dentro de las zonas urbanas de Puno.

El Diseño estructural de pavimentos para mejorar la transitabilidad de las calles las margaritas, 7 de julio y Ricardo palma del barrio 1 en el centro poblado alto Trujillo. de acuerdo a la Investigación de tesis para lograr el título de Ingeniero Civil, según (Bazán Tuesta y Vargas Guevara, 2020), tiene como objetivo principal fue desarrollar un diseño constructivo de un revestimiento flexible utilizando el método AASHTO-93. para mejorar la transitabilidad de los usuarios de las calles las margaritas, 7 de julio y Ricardo Palma del barrio 1, como resultado de esta investigación se obtuvo que, al realizar el estudio de suelos presenta un CBR de 21.8%, lo cual lo clasifica como un suelo bueno para soporte de cargas de tránsito, la comparación del pavimento flexible frente al pavimento rígido arroja un costo menor inicial pero un mayor costo de mantenimiento, que por el contrario, el pavimento rígido presenta un mayor costo inicial pero un menor costo de mantenimiento.

MARCO CONCEPTUAL

1. El agrietamiento es la formación de fisuras o grietas en una superficie, que es provocada por movimientos telúricos o por el mal uso de materiales que manifiestan una serie de grietas o fisuras en el suelo que se llegan a profundizar hasta el subsuelo. (Fuente Propia).
2. La avenida es una vía de gran importancia donde transitan vehículos y peatones, en el cual tiene dos sentidos de circulación. (Fuente Propia).
3. El asfalto es un aglutinante termoplástico negro compuesto principalmente de betún natural o betún derivado del petróleo. El

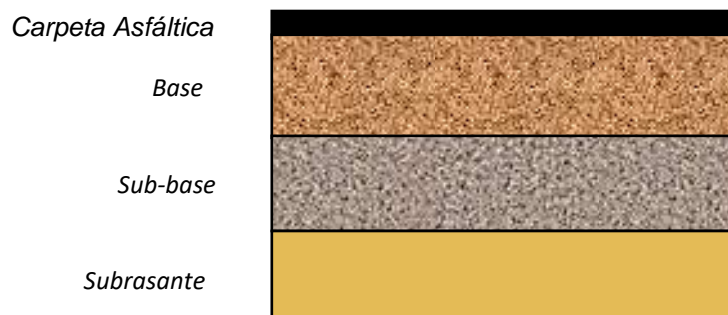
asfalto se encuentra en la mayoría de los petróleos crudos en proporciones variables. (MTC, 2008, p.6)

4. La base es parte de la estructura del pavimento, es una capa de material seleccionado y tratado que se coloca entre la parte superior de la subrasante o subrasante y la capa de la banda de rodadura, esta capa también puede ser asfaltada o tratada según el diseño. (MTC, 2008, p.8)
5. La carpeta asfáltica es la parte superior de un pavimento flexible que proporciona una superficie rodante. Está hecho de material de piedra seleccionado y pavimento asfáltico según el tipo de carretera a construir. (Apuntes de Ingeniería Civil, 2009)
6. Una carretera es una vía para vehículos motorizados con al menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo con las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC, 2008, p.11)
7. La prueba CBR, que denota (CALIFORNIA BEARING RATIO), es la cantidad relativa de suelo o material de soporte que se mide por la fuerza de penetración en la masa del suelo. (MTC, 2008, p.12)
8. Una cimentación es la parte de una estructura que transfiere cargas al suelo de la cimentación. (MTC, 2008. p.12)
9. El clima es un fenómeno natural que ocurre a nivel de la atmósfera y se caracteriza por una combinación de muchos elementos como temperatura, humedad, presión, lluvia, viento y otros. (Bembibre, 2010, p.34).

- 10.**El conteo de vehículos es el acto de contar el número de vehículos que pasan en un área específica, categorizados por tipo de vehículo. (Fuente Propia).
- 11.**Las deformaciones plásticas son canales que se forman a lo largo del recorrido longitudinal de los vehículos, precisamente en aquellas pistas donde los neumáticos ruedan sobre el asfalto. (Rodríguez, 2004, p.65)
- 12.**La durabilidad es la propiedad de un material o mezcla para resistir la destrucción debida a esfuerzos mecánicos, influencias ambientales o tráfico. (MTC, 2008. p. 19)
- 13.**El diseño estructural es el estudio del sitio sobre el que se proyecta construir una estructura, ya sea carretera, aeropuerto, viaducto, puente, edificación o presa, es muy importante y debe realizarse bajo la guía y constante orientación y supervisión de ingenieros especialistas en suelos que juegan un papel clave en el diseño de carreteras. (Zambrano, 2016, p.19)
- 14.**Un estudio de tráfico es una valoración económica y ambiental de una vía que requiere parámetros básicos de las características del transporte en el área de influencia de un proyecto vial, estos valores se refieren al número y composición de vehículos que transitan por la vía, con el objetivo de cuantificar el volumen del vehículo y clasificar por tipo de transporte los fondos. (MTC, 2015, p.3)
- 15.**La granulometría es la distribución del tamaño de un agregado cuando se tamiza de acuerdo con las especificaciones técnicas. (MTC, 2008, p.12)
- 16.**El límite de consistencia es el contenido de humedad, expresado como porcentaje, en el que el suelo se encuentra en el límite entre el estado líquido y plástico. (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.67)

17. La metodología de la investigación es “la disciplina encargada de examinar críticamente los procedimientos y herramientas que utilizan las personas para lograr y crear conocimiento en el campo de la investigación científica. (Gómez, 2012, p.11)
18. Una norma técnica es un documento que contiene definiciones, requisitos, especificaciones de calidad, terminología, métodos de prueba o información de etiquetado. (SNMPE, 2005, p.01)
19. Los parámetros son características específicas que sirven como guía para determinar o evaluar los resultados de un experimento. (Gómez, 2012, p.63)
20. Un pavimento es una estructura formada por capas que descansan en el suelo con toda su superficie, preparadas para soporte durante un período llamado período de diseño y dentro del rango de usabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o aceras, senderos y carriles para bicicletas. (RNE, 2010, p.37)
21. Un pavimento flexible es un pavimento formado por una o más capas de asfalto y mezclas granulares que pueden o no descansar sobre la base y la base. (RNE, 2010, p.38)

Figura 4. Estructura de pavimento flexible convencional



Fuente: Elaboración Propia

- 22.** La sobrecarga vehicular es el esfuerzo que genera la presión de los vehículos sobre la estructura de las capas del pavimento. (fuente propia)
- 23.** La sub-base de pavimento es una capa de material de un espesor de diseño específico que soporta la base y el tapete. Además, se utiliza como capa de drenaje y regulador de la capilaridad del agua. (Lineamientos para el desarrollo de alternativas de pavimento en la formulación y valoración social de proyectos de inversión pública en carreteras, 2015, p.13)
- 24.** La subrasante es la superficie de la carretera terminada en el nivel de excavación (corte y terraplén) sobre la cual se coloca o fija la estructura del pavimento, también es el soporte directo de la estructura del pavimento y es parte del prisma de la carretera, que se erige entre los nivelados relieve natural o explanada y la estructura de la calzada. (Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras, 2015, p.12)
- 25.** El estudio de suelo es un documento técnico que incluye un conjunto de estudios de campo, pruebas de laboratorio y análisis de laboratorio destinados a estudiar el comportamiento de los suelos y su respuesta a las cargas. (MTC, 2008. p.24)
- 26.** El suelo es el soporte de la estructura de pavimento influyendo en la definición del trazo y las dimensiones de la estructura del pavimento. (Menéndez, 2009, p.12)
- 27.** Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuyo cambio se puede medir u observar. (Hernández, 2014, p.105)

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación es Aplicada ya que se caracteriza por buscar la aplicación de los conocimientos obtenidos a lo largo del desarrollo de la tesis y nos ayuda a resolver un problema social.

La investigación aplicada; porque sobre la base de la investigación fundamental, en el campo de las ciencias fácticas o formales, se formulan problemas o hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida productiva de la sociedad de acuerdo con (Nieto, 2018, p. 03)

3.1.2. Diseño de Investigación

Siendo el objetivo de la investigación el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito en el A.A.H.H. Santa Rosa del distrito del Algarrobal, provincia de Ilo, se recurre a un diseño No Experimental que se aplicará de manera transversal.

La investigación no experimental se encarga de realizar investigaciones sin manipular variables, en las que solo se observan para sus análisis fenómenos en su entorno natural. También señalan que los planes de investigación transversales recopilan datos en un momento, a la vez. Su propósito es describir variables y analizar su frecuencia y relación en un momento dado. (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p.152).

3.1.3. Enfoque de la Investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo porque sigue una secuencia sin saltarse pasos, planteando un problema de estudio considerando lo que se ha investigado previamente y la construcción de una base teórica a partir de la cual se derivan y prueban una o más hipótesis utilizando proyectos de investigación adecuados. Esto, a su vez, utiliza la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadístico con el fin de establecer

patrones de comportamiento y pruebas. (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p.37)

3.2. Variables y operacionalización

- Variable Independiente
 - Diseño estructural del Pavimento Flexible de alto tránsito

- Variable dependiente
 - Aplicando metodología AASHTO-93

3.3. Población (criterios de selección) y muestra

3.3.1. Población

Para definir población sostiene que población es “Un conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Hernández, Fernández y Baptista,2014, p.174)

En este caso la población vendría a ser de 18,236.21 m de vías urbanas del AA.HH. Santa Rosa – Distrito Algarrobal Provincia de Ilo.

3.3.2. Muestra

Para definir la muestra, sostiene que la muestra “es útil un subconjunto de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen al conjunto que se define en sus características, al que llamamos población” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág. 175).

En la presente investigación la muestra es 1 km de vía no asfaltada de la Avenida 05 del AA.HH. Santa Rosa ubicada en el distrito del Algarrobal Provincia de Ilo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

- La técnica utilizada para recopilar datos en un proyecto de investigación es la observación, ya que recopila información a través de la percepción directa de los hechos.

3.4.2. Instrumentos de recolección de Datos

- Para conocer las características del suelo nos basamos en el Estudio de Suelos, para obtener estos valores se hizo la excavación del terreno llamado también calicatas, posteriormente se extrae las muestras del suelo para luego ser llevadas al laboratorio en el cual se realizó los ensayos correspondientes basado en la Guía del Manual de Ensayos de Material del MTC
- La recolección de datos en campo mediante el conteo de vehículos en el A.A.H.H. Santa Rosa para conocer el Índice Medio Diario Anual (IMDA) con el formato de Ficha Técnica de Conteo Vehicular
- Así mismo se utilizará los programas de informática como son las hojas de cálculo de Excel, Word, AutoCAD 2D y AutoCAD Civil 3D equipos de oficina tablas de tabulación.

3.5. Procedimientos

- Excel: Los datos obtenidos en campo mediante el conteo de vehículos son ordenados en las tablas de cálculo de Excel y así obtener el peso que soportará la vía. Los datos del estudio de suelos son también ingresados a una hoja de cálculo expresado en porcentajes (%), logrando obtener el valor de diseño requerido que viene a ser el CBR para posteriormente diseñar el pavimento flexible de alto tránsito mediante la metodología AASHTO-93 teniendo como resultado las dimensiones de las capas del pavimento.
- AutoCAD 2D: Se utilizó para plasmar los planos de detalle de la conformación del pavimento flexible de alto tránsito.

- AutoCAD Civil 3D: Para el plano de ubicación y localización, se utilizó el programa mencionado para su georreferenciación del terreno.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos de campo se procesaron utilizando programas como AutoCAD 2D y AutoCAD Civil 3D y hojas de cálculo Excel para estudios de tráfico y diseño de pavimentos flexibles de alto tráfico, así como Word. Así, también contaremos con el apoyo y asesoramiento de un ingeniero civil que nos guiará y guiará en el desarrollo del proyecto de investigación.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores tenemos la responsabilidad de respetar los resultados obtenidos en este proyecto de investigación, por lo que aseguramos la transparencia y vitalidad de los datos obtenidos tanto en el campo como en la oficina durante el proyecto de investigación. A su vez, los investigadores validan los estudios, resultados y conclusiones de este proyecto de investigación para obtener nuestros títulos profesionales de ingenieros civiles.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción del proyecto

El presente proyecto de investigación está llevado a cabo debido al mal estado de la vía sin pavimentar, teniendo como consecuencia la inaccesibilidad a la zona afectando el tránsito vehicular y peatonal, ya que en la actualidad no se propuso ningún proyecto de pavimentación para sus habitantes.

4.1.1. Ubicación del proyecto

La zona de estudio se encuentra en el Distrito el Algarrobal, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua, ubicado en la Avenida N° 05 del A.A.H.H. Santa Rosa, estas vías sin pavimentar conforman una longitud de 1000 m y un área de 21,000 m², aquella avenida está conectada con la Av. N° 02 del A.A.H.H 24 de octubre de la cual proviene la mayoría de los vehículos que ingresan a nuestra zona de estudio.

Ubicación Geográfica del Proyecto

Departamento : Moquegua

Provincia : Ilo

Distrito : Algarrobal

Área de Estudio : A.A.H.H. Santa Rosa

Figura 5. Mapa del Perú



Fuente: Google

Figura 6. Mapa del Distrito del Algarrobal



Fuente: Google

En el objetivo general “Elaborar un diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito utilizando la metodología AASHTO-93 para uso en el A.A.H.H. SANTA ROSA, del distrito del Algarrobal - Provincia de Ilo” se consigue un pavimento asfáltico para un diseño inicial de 11cm (4.44”) de carpeta asfáltica y 10cm (3.88”) de base granular asimismo, un diseño final de 8cm (3.00”) de carpeta asfáltica y 18cm (7.00”) de base granular cumpliendo con la norma AASHTO la cual nos indica que podemos diseñar con valores mínimos, esto con el fin de reducir los costos de materiales que conlleva a su vez a responder eficientemente a un buen desempeño frente a las fallas estructurales, un tiempo de vida útil de 20 años y un tránsito vehicular de $8.48E+05$ de ejes equivalentes. A continuación, pasamos a detallar los resultados de los objetivos específicos de la presente investigación.

Para el objetivo específico N°1 denominado “Determinar los parámetros del terreno de fundación para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito según AASHTO 93”, se procedió a realizar calicatas de 1.50m de profundidad y así determinar los parámetros para la subrasante, teniendo como resultado de la Calicata N° 3 de condición crítica para el diseño estructural los siguientes resultados, para el análisis granulométrico obtuvimos, 16.11% de grava, 70.32% de arena y 13.56% de finos, obteniendo también mediante su granulometría el perfil estratigráfico, que mediante la clasificación SUCS tenemos un suelo SM (arena limoso), y según AASHTO como A-1-b. Siguiendo con los límites de consistencia, tenemos un límite líquido de 27.56%, 21.82% para el límite plástico y 5.74% para un índice de plasticidad, como contenido de humedad tenemos 3.70%, gravedad específica de 2.63, ensayo de proctor modificado 1.85 gr/cm^3 de densidad seca máxima y 7.60% de humedad óptima y por último un CBR de laboratorio de 20%.

4.1.2. Estudio de mecánica de suelos

a. Investigación de campo

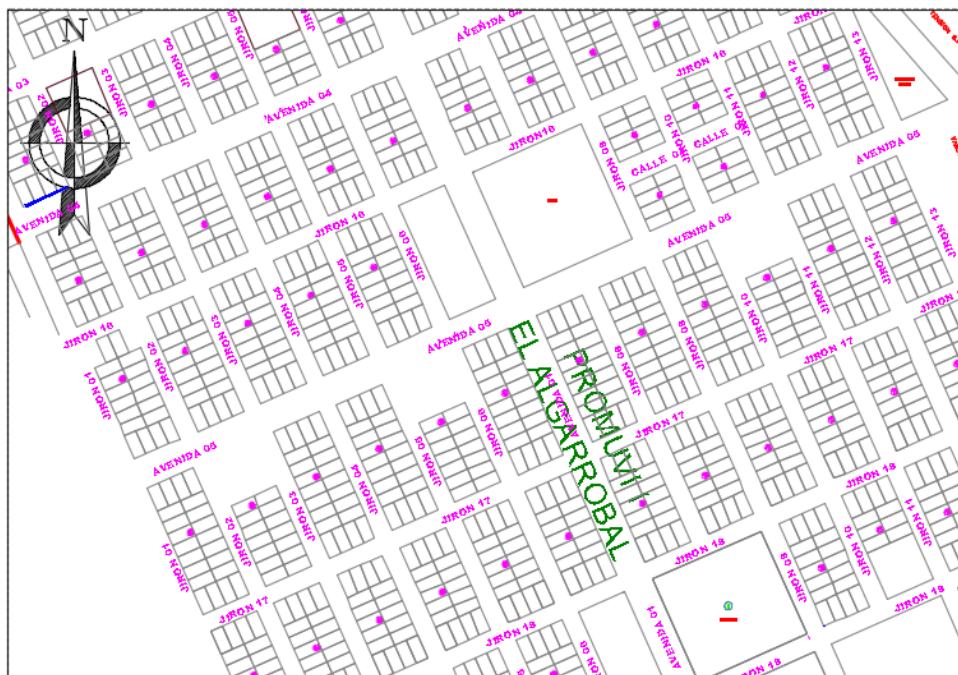
Se realizó en campo 3 calicatas con una profundidad de 1.50m a nivel de la superficie natural del terreno. Las calicatas fueron excavadas con la ayuda de una retroexcavadora.

Tabla 1: *Investigación de campo*

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN
C-1	M-1	1.50m	Lado izquierdo de la calzada de la avenida N° 05
C-2	M-2	1.50m	Lado central de la calzada de la avenida N° 05
C-3	M-3	1.50m	Lado derecho de la calzada de la avenida N° 05

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. *Plano de ubicación de calicatas*



Fuente: Elaboración propia

b. Ensayos de Materiales en laboratorio

- **Análisis Granulométrico del suelo por tamizado**

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo. (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p.44)

Tabla 2: *Análisis Granulométrico*

N° CALICATA	MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINO
C-1	M-1	18.56	64.52	16.92
C-2	M-2	16.13	65.82	18.05
C-3	M-3	16.11	70.32	13.56

Fuente: Elaboración propia

- **Limite líquido, Limite plástico e Índice de plasticidad**

Estos ensayos de laboratorio nos ayudan a determinar el comportamiento del suelo con relación a su contenido de humedad, diferenciándose, así como los límites de consistencia y el índice de plasticidad.

Tabla 3: *Limite líquido, Limite plástico e Índice de plasticidad*

N° CALICATA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
C-1	M-1	25.45 %	21.44 %	4.01 %
C-2	M-2	27.70 %	22.90 %	4.80 %
C-3	M-3	27.56 %	21.82 %	5.74 %

Fuente: Elaboración propia

- **Contenido de Humedad**

La humedad o el contenido de humedad en el suelo es la relación, expresada como porcentaje, entre el peso del agua en una determinada masa de suelo y el peso de los sólidos. Siendo los siguientes valores. (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p.49).

Tabla 4: *Contenido de humedad del terreno*

N° CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1	M-1	4.70
C-2	M-2	2.60
C-3	M-3	3.70

Fuente: Elaboración propia

- **Gravedad Especifica de Sólidos**

Este método de prueba implica determinar la gravedad específica de los sólidos del suelo que pasan a través de un tamiz de 4,75 mm (No. 04) utilizando un picnómetro de agua. (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p.80)

Tabla 5: *Gravedad Específica*

N° CALICATA	MUESTRA	GRAVEDAD ESPECIFICA
C-1	M-1	2.60
C-2	M-2	2.62
C-3	M-3	2.63

Fuente: Elaboración propia

- **Ensayo de Compactación de Suelos - Proctor Modificado**

Esta prueba de laboratorio nos ayuda a determinar la relación entre el contenido de agua y la masa de suelo seco. (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p.105)

Tabla 6: *Proctor Modificado*

N° CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
		DENSIDAD SECA MÁXIMA(gr/cm ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)
C-1	M-1	1.970	8.00 %
C-2	M-2	1.905	6.50 %
C-3	M-3	1.846	7.60 %

Fuente: Elaboración propia

- **CBR en laboratorio**

Esta prueba de laboratorio nos ayuda a determinar el índice de resistencia del suelo, llamado valor del coeficiente de soporte, también llamado CBR. (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p.248)

Tabla 7: *Valores de CBR*

N° CALICATA	MUESTRA	CBR (%)
C-1	M-1	27.0
C-2	M-2	23.0
C-3	M-3	20.0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los Lineamientos para Carreteras, las características de la subrasante sobre la cual se ubica el pavimento se definen en seis (06) categorías de subrasante según su capacidad de carga CBR.

Tabla 8: *Categorías de Subrasante*

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Para determinar el valor de CBR de diseño de la subrasante escogeremos por criterio de seguridad el valor más bajo de la tabla 24, luego utilizando la tabla 25 tenemos como categoría una Subrasante Muy buena (S₄)

$$CBR_{SR} = 20.0\%$$

Tabla 9: CBR Sub-Base granular

CBR en SubBase Granular	Mínimo 40%
-------------------------	------------

(*) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de 0.1" (2.5mm)

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Tomamos como valor mínimo de CBR de Sub-Base Granular

$$CBR_{SB} = 40.0\%$$

Tabla 10: CBR Base granular

Para Carreteras de Segunda Clase, Tercera Clase, Bajo Volumen de Tránsito; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para Carreteras de Primera Clase, Carreteras Duales o Multicarril, Autopistas; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$	Mínimo 100%

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Tomamos como valor mínimo de CBR de Base Granular, teniendo en cuenta que nuestro tráfico vehicular es $\leq 10 \times 10^6$

$$CBR_B = 80.0\%$$

- **Perfil Estratigráfico**

El perfil estratigráfico del suelo se determinó para cada cantera de nuestro proyecto de investigación.

Tabla 11: Perfil Estratigráfico

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN	
			DESCRIPCION DEL MATERIAL	SUCS
C-1	M-1	1.50m	Arenas limosas, mezclas de limo - arena	SM
C-2	M-2	1.50m	Arenas limosas, mezclas de limo - arena	SM
C-3	M-3	1.50m	Arenas limosas, mezclas de limo - arena	SM

Fuente: Elaboración propia

Para el objetivo específico N° 2 denominado “Determinar el tránsito vehicular para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito”, en el cual se realiza un estudio de flujo vehicular en campo durante una semana, y así mediante la inspección visual identificar los tipos y cantidad de vehículos que transitan por dicha avenida, teniendo como mayor flujo de vehículos mototaxis y autos statio wagon, consiguiendo así un IMDA (índice medio diario anual) de 2690 vehículos y para el ESAL´s de diseño 8.48E+05 EE (848,376 Ejes Equivalentes).

4.1.3. Estudio de Tráfico

Se debe considerar la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía, derivada de la investigación de tráfico y sus previsiones, que tienen en cuenta el desarrollo futuro de la zona de afluencia de la carretera y el uso que será utilizado por cada tramo de la vía. (MTC, 2018, p.92).

Para poder calcular el IMDA (Índice Medio Diario Anual), se elaboró el conteo vehicular en la Av. N° 05 del distrito del Algarrobal, este parámetro nos ayudará a la clasificación y cuantificación de vehículos que transitan por esa zona para poder garantizar un óptimo diseño del pavimento flexible de alto tránsito.

a) Volumen de Tránsito

El volumen de tránsito es la cantidad de vehículos que transitan sobre una vía en un determinado tiempo, siendo así su unidad de medida veh/día. El conteo vehicular se inició el día lunes 24 de Mayo al domingo 30 de mayo, clasificando y cuantificando los vehículos desde las 4:00 am hasta las 9:00 pm de acuerdo al horario establecido para el libre tránsito fijado por la Policía Nacional y el Estado Peruano.

Tabla 12. Conteo Vehicular del Lunes

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR													
PROYECTO	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93 ILO-MOQUEGUA 2021												
TRAMO	AVENIDA N° 05							DIA	LUNES				
UBICACIÓN	ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA							FECHA	24/05/2021				
HORA	MOTOS 	MOTO TAXI 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	
4-5	0	13	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	34
5-6	2	25	3	25	1	0	0	0	0	0	0	0	56
6-7	0	91	18	29	3	0	0	19	0	0	1	0	161
7-8	4	116	21	36	15	0	0	21	0	0	0	2	215
8-9	8	69	21	51	14	2	0	20	0	0	0	1	186
9-10	2	61	16	43	7	0	3	20	0	0	10	0	162
10-11	3	92	32	32	22	0	0	20	0	0	9	1	211
11-12	9	113	13	24	11	0	1	23	0	0	8	2	204
12-13	14	116	21	41	15	0	0	21	0	0	7	2	237
13-14	14	69	39	44	23	0	3	13	0	0	0	1	206
14-15	13	79	32	27	10	0	0	12	0	0	5	2	180
15-16	11	83	29	29	8	1	1	17	0	0	7	1	187
16-17	10	101	31	36	12	0	3	21	0	0	7	0	221
17-18	8	119	37	39	11	0	5	22	0	0	0	0	241
18-19	6	80	37	24	6	0	0	20	0	0	0	0	173
19-20	0	73	19	21	0	0	0	15	0	0	0	0	128
20-21	0	48	8	11	0	0	0	14	0	0	0	0	81
TOTALES	104	1348	377	533	158	3	16	278	0	0	54	12	2883

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 1 encontramos una cantidad de 1348 vehículos tipo Moto taxi que es sobresaliente dentro del total de la clasificación de vehículos, seguido de los Station wagon con 533 vehículos.


Tabla 13. Conteo Vehicular del martes

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR													
PROYECTO		DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93 ILO-MOQUEGUA 2021											
TRAMO		AVENIDA N° 05						DIA		MARTES			
UBICACIÓN		ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA						FECHA		25/05/2021			
HORA	MOTOS 	MOTO TAXI 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi 		2 E	3 E	2 E	3 E	
4-5	0	17	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	32
5-6	0	32	3	21	0	0	0	0	0	0	0	0	56
6-7	2	73	13	40	0	0	0	18	0	0	0	0	146
7-8	6	74	11	46	17	0	0	18	0	0	0	0	172
8-9	7	43	15	28	11	0	0	19	0	0	0	0	123
9-10	4	63	10	7	7	2	1	18	0	0	1	0	113
10-11	1	70	25	11	20	0	2	18	0	0	6	1	154
11-12	10	107	20	29	9	0	2	20	0	0	7	1	205
12-13	9	106	24	36	13	0	1	18	1	0	9	2	219
13-14	11	75	27	42	21	1	2	16	0	0	5	1	201
14-15	13	72	28	28	7	1	3	12	0	0	7	2	173
15-16	10	84	27	29	5	0	0	20	1	0	7	0	183
16-17	8	93	23	32	9	0	0	20	0	0	5	0	190
17-18	7	113	28	36	12	0	0	22	0	0	0	0	218
18-19	2	77	34	27	0	0	0	20	0	0	0	0	160
19-20	0	46	8	21	0	0	0	19	0	0	0	0	94
20-21	0	0	0	19	0	0	0	15	0	0	0	0	34
TOTALES	90	1145	296	467	131	4	11	273	2	0	47	7	2473

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2 encontramos una cantidad de 1145 vehículos tipo Moto taxi que es sobresaliente dentro del total de la clasificación de vehículos, seguido de los Station wagon con 467 vehículos.






Tabla 14. Conteo Vehicular del miércoles

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR													
PROYECTO	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93 ILO-MOQUEGUA 2021												
TRAMO	AVENIDA N° 05							DIA	MIERCOLES				
UBICACIÓN	ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA							FECHA	26/05/2021				
HORA	MOTOS 	MOTO TAXI 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi 		2 E	3 E	2 E	3 E	
4-5	0	5	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	23
5-6	0	27	2	24	0	0	0	0	0	0	0	0	53
6-7	1	66	9	45	0	0	0	19	0	0	0	0	140
7-8	0	56	12	44	13	0	0	19	0	0	0	0	144
8-9	12	52	11	26	15	0	2	18	0	0	0	0	136
9-10	11	72	13	6	11	0	0	17	0	0	0	0	130
10-11	7	55	23	15	11	0	4	20	1	0	7	1	144
11-12	5	107	21	30	9	1	0	20	0	0	4	0	197
12-13	10	110	20	31	18	0	2	19	1	0	11	1	223
13-14	10	98	26	41	19	3	1	16	0	0	4	3	221
14-15	11	82	25	36	8	0	0	14	0	0	7	1	184
15-16	7	75	32	32	9	0	3	18	0	0	7	0	183
16-17	8	112	28	28	4	0	0	20	0	0	6	0	206
17-18	2	93	34	27	8	0	0	21	0	0	0	0	185
18-19	3	78	23	26	2	0	0	20	0	0	0	0	152
19-20	0	56	14	23	0	0	0	19	0	0	0	0	112
20-21	0	28	9	11	0	0	0	14	0	0	0	0	62
TOTALES	87	1172	303	462	127	4	12	274	2	0	46	6	2495

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 3 encontramos una cantidad de 1172 vehículos tipo Moto taxi que es sobresaliente dentro del total de la clasificación de vehículos, seguido de los Station wagon con 462 vehículos.

Tabla 15. Conteo Vehicular del jueves

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR													
PROYECTO	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93 ILO-MOQUEGUA 2021												
TRAMO	AVENIDA N° 05							DIA	JUEVES				
UBICACIÓN	ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA							FECHA	27/05/2021				
HORA	MOTOS 	MOTO TAXI 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	
4-5	0	16	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	30
5-6	0	32	3	22	0	0	0	0	0	0	0	0	57
6-7	2	74	13	40	0	0	0	18	0	0	0	0	147
7-8	6	74	11	46	17	0	0	18	0	0	0	0	172
8-9	7	43	15	28	11	0	0	20	0	0	0	0	124
9-10	5	63	10	7	8	0	2	19	0	0	0	0	114
10-11	2	70	25	11	20	0	1	20	0	0	7	0	156
11-12	10	110	20	29	9	0	0	20	0	0	7	1	206
12-13	9	109	24	36	13	0	1	20	0	0	9	2	223
13-14	11	75	27	42	21	1	2	19	0	0	5	1	204
14-15	13	72	28	28	7	1	1	16	1	0	6	1	174
15-16	10	84	27	29	5	0	3	20	1	0	6	0	185
16-17	8	93	23	32	10	0	0	20	0	0	6	0	192
17-18	7	113	28	36	11	0	0	22	0	0	0	0	217
18-19	2	77	34	27	3	0	0	20	0	0	0	0	163
19-20	1	46	11	21	0	0	0	19	0	0	0	0	98
20-21	0	27	5	7	0	0	0	15	0	0	0	0	54
TOTALES	93	1178	304	455	135	2	10	286	2	0	46	5	2516

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 4 encontramos una cantidad de 1178 vehículos tipo Moto taxi que es sobresaliente dentro del total de la clasificación de vehículos, seguido de los Station wagon con 455 vehículos.





Tabla 16. Conteo Vehicular del viernes

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR													
PROYECTO	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93 ILO-MOQUEGUA 2021												
TRAMO	AVENIDA N° 05							DIA	VIERNES				
UBICACIÓN	ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA							FECHA	28/05/2021				
HORA	MOTOS 	MOTO TAXI 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi 		2 E	3 E	2 E	3 E	
4-5	0	15	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	23
5-6	0	28	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	50
6-7	0	67	9	45	0	0	0	18	0	0	0	0	139
7-8	5	72	11	46	13	0	0	19	0	0	0	0	166
8-9	8	54	14	31	12	0	3	20	0	0	0	0	142
9-10	2	64	9	15	8	0	1	19	0	0	1	0	119
10-11	3	78	22	12	19	1	1	19	0	0	5	1	161
11-12	12	102	19	31	10	0	1	20	0	0	4	2	201
12-13	7	109	25	38	13	0	3	20	0	0	8	1	224
13-14	13	82	27	41	16	1	2	20	0	0	7	0	209
14-15	12	70	29	31	9	0	1	18	0	0	5	1	176
15-16	9	77	27	29	7	0	1	20	0	0	4	0	174
16-17	8	89	23	32	9	0	0	20	0	0	5	0	186
17-18	8	110	28	36	11	0	0	21	0	0	0	0	214
18-19	1	67	34	28	2	0	0	20	0	0	0	0	152
19-20	1	64	14	22	0	0	0	19	0	0	0	0	120
20-21	0	23	0	15	0	0	0	14	0	0	0	0	52
TOTALES	89	1171	291	482	129	2	13	287	0	0	39	5	2508

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 5 encontramos una cantidad de 1171 vehículos tipo Moto taxi que es sobresaliente dentro del total de la clasificación de vehículos, seguido de los Station wagon con 482 vehículos.


Tabla 17. Conteo Vehicular del sábado

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR													
PROYECTO	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93 ILO-MOQUEGUA 2021												
TRAMO	AVENIDA N° 05							DIA	SABADO				
UBICACIÓN	ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA							FECHA	29/05/2021				
HORA	MOTOS 	MOTO TAXI 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi 		2 E	3 E	2 E	3 E	
4-5	0	25	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	44
5-6	0	45	8	25	0	0	0	0	0	0	0	0	78
6-7	3	98	15	43	5	0	0	18	0	0	0	0	182
7-8	7	105	23	51	18	0	0	20	0	0	1	1	226
8-9	8	56	20	32	13	0	0	19	0	0	0	2	150
9-10	5	63	14	11	9	2	2	20	0	0	2	0	128
10-11	2	89	27	15	22	0	2	20	0	0	7	1	185
11-12	11	111	23	35	11	0	2	24	0	0	8	1	226
12-13	10	118	28	41	15	0	1	20	1	0	10	2	246
13-14	12	79	38	46	22	1	2	16	0	0	6	1	223
14-15	16	81	39	32	9	1	4	12	0	0	8	2	204
15-16	11	93	31	33	6	1	4	19	1	0	8	1	208
16-17	9	103	27	37	11	0	0	21	0	0	5	0	213
17-18	8	122	32	41	13	0	0	22	0	0	0	1	239
18-19	4	89	38	33	7	0	0	18	0	0	0	0	189
19-20	0	57	14	28	0	0	0	19	0	0	0	0	118
20-21	0	39	7	21	0	0	0	15	0	0	0	0	82
TOTALES	106	1373	384	543	161	5	17	283	2	0	55	12	2941

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 6 encontramos una cantidad de 1373 vehículos tipo Moto torito que es sobresaliente dentro del total de la clasificación de vehículos, seguido de los Station wagon con 543 vehículos.

Tabla 18. Conteo Vehicular del Domingo

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR														
PROYECTO	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93 ILO-MOQUEGUA 2021													
TRAMO	AVENIDA N° 05							DIA	DOMINGO					
UBICACIÓN	ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA							FECHA	30/05/2021					
HORA	MOTOS 	MOTO TAXI 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION		TOTAL	
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi 		2 E	3 E	2 E	3 E		
4-5	0	9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
5-6	0	15	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	27	
6-7	1	34	5	15	2	0	0	6	0	0	0	0	63	
7-8	2	36	8	17	6	0	0	7	0	0	0	0	76	
8-9	3	19	7	11	4	0	0	7	0	0	0	1	52	
9-10	2	21	5	4	3	1	1	7	0	0	1	0	45	
10-11	1	30	9	5	8	0	1	7	0	0	2	0	63	
11-12	4	38	8	12	4	0	1	8	0	0	3	0	78	
12-13	3	40	10	15	5	1	0	7	0	0	3	1	85	
13-14	4	26	13	17	8	0	1	5	0	0	2	0	76	
14-15	5	27	13	12	3	0	1	4	0	0	3	1	69	
15-16	4	33	11	11	2	0	1	7	1	0	3	0	73	
16-17	3	36	9	12	4	0	0	7	0	0	2	0	73	
17-18	3	42	11	14	4	0	0	8	0	0	0	0	82	
18-19	1	31	13	11	2	0	0	6	0	0	0	0	64	
19-20	0	20	5	9	0	0	0	7	0	0	0	0	41	
20-21	0	14	2	7	0	0	0	5	0	0	0	0	28	
TOTALES	36	471	132	188	55	2	6	98	1	0	19	3	1011	

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 7 encontramos una cantidad de 471 vehículos tipo moto torito que es sobresaliente dentro del total de la clasificación de vehículos, seguido de los Station wagon con 188 vehículos.

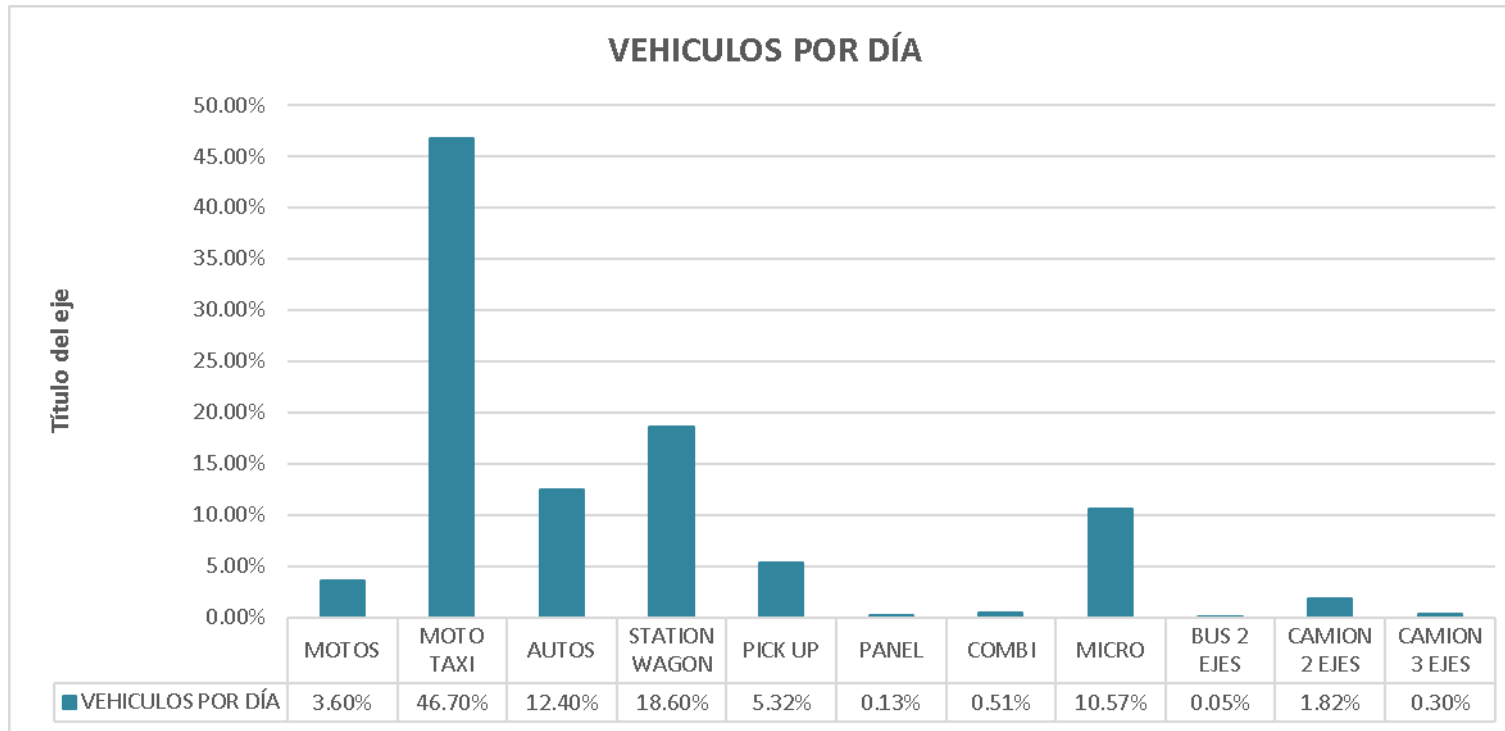
Tabla 19. Índice Medio Diario Semanal

PROYECTO	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93 ILO-MOQUEGUA 2021									
TRAMO	AVENIDA N° 05				DIA	DOMINGO				
UBICACIÓN	ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA				FECHA	30/05/2021				
INDICE MEDIO DIARIO SEMANAL										
TIPO DE VEHICULO	DIAS DE LA SEMANA							VOLUMEN	IMDs	%
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO			
MOTOS	104	90	87	93	89	106	36	605.00	86	3.60%
MOTO TAXI	1348	1145	1172	1178	1171	1373	471	7858.00	1123	46.70%
AUTOS	377	296	303	304	291	384	132	2087.00	298	12.40%
STATION WAGON	533	467	462	455	482	543	188	3130.00	447	18.60%
PICK UP	158	131	127	135	129	161	55	896.00	128	5.32%
PANEL	3	4	4	2	2	5	2	22.00	3	0.13%
COMBI	16	11	12	10	13	17	6	85.00	12	0.51%
MICRO	278	273	274	286	287	283	98	1779.00	254	10.57%
BUS 2 EJES	0	2	2	2	0	2	1	9.00	1	0.05%
CAMION 2 EJES	54	47	46	46	39	55	19	306.00	44	1.82%
CAMION 3 EJES	12	7	6	5	5	12	3	50.00	7	0.30%
TOTALES	2883	2473	2495	2516	2508	2941	1011	16827	2404	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 8, Índice Medio Diario Semanal encontramos que el volumen vehicular máximo fue el sábado 29-05-2021 con un total de 2941 a continuación del día lunes con un total 2883 durante las 24 horas del día de conteo vehicular, el volumen total máximo durante la semana fue de 16,827 vehículos.

Figura 8. Gráfico de Columnas de vehículos por día



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, hay un 46.70% de vehículos tipo moto torito que sobresalen durante el conteo vehicular, seguido de los vehículos Station wagon con un 18.60% del total de la cuantificación de los vehículos.

b) Índice Medio Diario

Este es el volumen de tráfico medio de los vehículos que transitan durante un período de tiempo y nos proporciona una base de datos que nos permite conocer las características de la vía asfaltada, predecir el período de diseño y medir el volumen. El DMI se subdivide en un índice anual promedio diario, un índice mensual promedio diario y un índice semanal diario promedio

- Índice Medio Diario Semanal

Este es el tráfico vehicular promedio, calculado sobre la base del conteo del volumen diario de 7 días en la Avenida N ° 05 del A.A.H.H. Santa Rosa aplicando la siguiente fórmula.

$$IMDs = \sum Vi / 7$$

El volumen diario semanal de 16.827, como se puede ver en la Tabla 8, y la IMD semanal es de 2404 vehículos por hora / día.

- Factor de Corrección

El factor de corrección se determina en base al tráfico anual registrado por el sistema de cobro de peaje de Ilo con el fin de ajustar para eliminar diversas fluctuaciones en el volumen de tráfico y así poder encontrar el Índice Diario Anual Promedio (IMDa).

Tomando esta trayectoria en la ciudad de Ilo y el mes de junio como valor FC = 1,1206 para vehículos ligeros y FC = 1,0483 para vehículos pesados.

- Índice Medio Diario Anual

Se determina con base en el volumen de tráfico de vehículos registrados y un factor de corrección encontrado en el MTC para encontrar el Índice Promedio Anual Diario de la Avenida N ° 05 A.A.H.H. Santa Rosa, como se muestra en la Tabla 9, da un valor de 2,690 vehículos por día.

Tabla 20: *Índice medio diario anual*

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL					
TIPO DE VEHICULO	Volumen	IMDs	Factor Corrección	IMDa	%
MOTOS	605	86	1.1206	97	3.60%
MOTO TAXI	7858	1123	1.1206	1258	46.76%
AUTOS	2087	298	1.1206	334	12.42%
STATION WAGON	3130	447	1.1206	501	18.63%
PICK UP	896	128	1.1206	143	5.33%
PANEL	22	3	1.1206	4	0.13%
COMBI	85	12	1.1206	14	0.51%
MICRO	1779	254	1.1206	285	10.59%
BUS 2 EJES	9	1	1.0483	1	0.05%
CAMION 2 EJES	306	44	1.0483	46	1.70%
CAMION 3 EJES	50	7	1.0483	7	0.28%
TOTALES	16827	2404		2690	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

c) ESAL's de diseño

- Factor direccional (Fd) y Factor de carril (Fc)

El factor direccional corresponde a la cantidad de vehículos pesados que se mueven en el sentido o sentido de la marcha según el MTC, mientras que el factor de carril corresponde al carril que más EE recibe, por donde pasa mayoritariamente el tráfico en cada sentido. carril (2013, p. 74) que muestra los valores en la Tabla 10, para nuestro proyecto de investigación $F_d = 0.50$ y $F_c = 0.80$.

Tabla 21: Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el carril de diseño



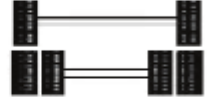



Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	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: Ministerio de Transportes y Comunicaciones en base a datos de la Guía AASHTO-93

- Número de Repeticiones Ejes Equivalentes (EE)

Este valor representa el factor destructivo de varias cargas según el tipo de eje (Fig. 8), donde cada tipo de vehículo pesado se clasifica según la estructura de la superficie de la carretera. Dependiendo del tipo de ejes, se muestran fórmulas para determinar los Ejes Equivalentes (EE) para un recubrimiento flexible (Tabla 11).

Figura 9: Configuración de Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota :

RS : Rueda Simple

RD: Rueda Doble

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones en base a datos de la Guía AASHTO-93

Tabla 22: Relación de cargas por eje para Pavimentos Flexibles

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones en base a datos de la Guía AASHTO-93

- Factor de vehículo pesado (Fvp)

Con el apoyo de la configuración de ejes (Figura 8) y las fórmulas para determinar los parámetros equivalentes a EE (Tabla 11) como el cálculo del factor Vehículo Pesado para el pabellón flexible (Tabla 12).

Tabla 23: Factor de Vehículo Pesado

	BUS B2		CAMIÓN C2		CAMIÓN C3	
LONGITUD MÁXIMA	13.20		12.30		13.20	
EJE	E1	E2	E1	E2	E1	E2
CARGA (Tn)	7	11	7	11	7	18
TIPO DE EJE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	TANDEM
FACTOR E.E.	1.265	3.238	1.265	3.238	1.265	2.019
TOTAL FACTOR	4.504		4.504		3.285	

Fuente: Elaboración propia

- Factor de Ajuste de Presión Neumáticos (Fp)

Para determinar las relaciones de presión para neumáticos flexibles, nos basaremos en la guía MTC, asumiendo $F_p = 1.00$ para flex.

- Cálculo de Ejes Equivalentes día-carril

Con los valores obtenidos anteriormente resolvemos la siguiente ecuación y obtener el cálculo de ejes equivalentes día - carril.

$$EE_{\text{día-carril}} = IMDp_i * Fd * Fc * Fvp_i * Fp_i$$

Tabla 24: Ejes Equivalentes día – carril

TIPO DE VEHICULO		IMDa	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Vehiculo Pesado (Fvp)	Factor de Ajuste por Presión de Neumatico (Fp)	EE día - carril
VEHICULO LIGEROS	MOTOS	97	0.50	0.80	0.00007	1.00	0.003
	MOTO TAXI	1258	0.50	0.80	0.00056	1.00	0.282
	AUTOS	334	0.50	0.80	0.00105	1.00	0.141
	STATION WAGON	501	0.50	0.80	0.00105	1.00	0.211
	PICK UP	143	0.50	0.80	0.00105	1.00	0.060
	PANEL	4	0.50	0.80	0.00105	1.00	0.001
	COMBI	14	0.50	0.80	0.00105	1.00	0.006
	MICRO	285	0.50	0.80	0.00105	1.00	0.120
VEHICULOS PESADOS	BUS 2 EJES	1	0.50	0.80	4.50400	1.00	2.428
	CAMION 2 EJES	46	0.50	0.80	4.50400	1.00	82.560
	CAMION 3 EJES	7	0.50	0.80	3.28500	1.00	9.839

Fuente: Elaboración propia

- Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

De acuerdo con la guía AASHTO Pavement Structural Design, nos da los valores del período de análisis computacional dependiendo del tipo de camino, y para nuestro proyecto de investigación actual, tendremos un período de diseño de 20 años, derivado de la Tabla 14, así también, en lo que respecta a la tasa de crecimiento del tráfico, se puede relacionar con la tasa de crecimiento poblacional promedio anual, cuyo valor promedio es el 2% de la tasa de crecimiento poblacional promedio anual.

Tabla 25: Periodo de Análisis

Tipo de camino	Período de análisis
Gran volumen de tránsito urbano	30-50 años
Gran volumen de tránsito rural	20-50 años
Bajo volumen pavimentado	15-25 años

Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos”

Tabla 26: Tasa de crecimiento promedio anual de la población

Departamento	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)					
	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Total	2.2	2.9	2.5	2.2	1.5	0.7
Lima	4.4	5.0	3.5	2.5	2.0	1.2
Loreto √	2.8	2.9	2.8	3.0	1.8	-0.1
Madre de Dios	5.4	3.3	4.9	6.1	3.5	2.6
Moquegua	2.0	3.4	3.5	2.0	1.6	0.8
Pasco √	2.0	2.3	2.0	0.5	1.5	-1.0
Piura	2.4	2.3	3.1	1.8	1.3	1.0
Puno	1.1	1.1	1.5	1.6	1.1	-0.8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Utilizando el valor de la tasa de crecimiento poblacional anual promedio y el período de cálculo, fue posible determinar a partir de la tabla 16, Tasa de crecimiento anual (Fca).

Tabla 27: Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

Período de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos"

- Número de Ejes Equivalentes de 8.2 tn

Utilizando los valores obtenidos anteriormente, se resuelve la ecuación y se obtienen 8.2 toneladas para la tabla de recubrimiento flexible 17.

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2\ tn}} = \sum [EE_{día-carril} * Fca * 365]$$

Tabla 28: Numero de Ejes Equivalentes de 8.2 tn

TIPO DE VEHICULO		EE día - carril	Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)	Nrep de EE8.2tn
VEHICULO LIGEROS	MOTOS	0.003	24.30	22.64
	MOTO TAXI	0.282	24.30	2,499.06
	AUTOS	0.141	24.30	1,249.36
	STATION WAGON	0.211	24.30	1,873.74
	PICK UP	0.060	24.30	536.38
	PANEL	0.001	24.30	13.17
	COMBI	0.006	24.30	50.88
	MICRO	0.120	24.30	1,064.98
VEHICULOS PESADOS	BUS 2 EJES	2.428	24.30	21,537.12
	CAMION 2 EJES	82.560	24.30	732,261.98
	CAMION 3 EJES	9.839	24.30	87,267.40
			TOTAL	848,376.72

Fuente: Elaboración propia

Para el objetivo específico N° 3 el cual se titula “Desarrollar la alineación de la estructura del pavimento de acuerdo con las normas técnicas MTC y AASHTO 93, logrando así los resultados de los objetivos específicos No. 1 y 2, CBR 20% subrasante y 8.48E. + 05 ejes equivalentes y un nivel de confiabilidad (% R) del 80%, una desviación estándar (Zr) de -0.842, una desviación estándar combinada (So) de 0.45, un índice de capacidad de servicio (PSI), un módulo de elasticidad de 17380 psi para subrasante, 16,500 psi y 0.12 base granular, 28,500 psi y 0.132 para base granular, 400,000 psi y 0.42 para capa de asfalto y una relación de drenaje de 1.15 resultando en una construcción de pavimento con una capa de asfalto de diseño final de 8 cm (3.00”) y base granular de 18 cm (7,00”).

4.1.4. Diseño de pavimento flexible aplicando Metodología AASHTO-93

a. Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn (W18)

Según lo calculado en la tabla 17 se obtuvo:

$$W_{18} = 848,376.72 EE$$

Se procede después a categorizar las cargas de tráfico vehicular de acuerdo al Manual de Carreteras (2013) según la tabla 23.

Tabla 29: Perfil Estratigráfico

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T_{P1}	$> 150,000 EE$ $\leq 300,000 EE$
T_{P2}	$> 300,000 EE$ $\leq 500,000 EE$
T_{P3}	$> 500,000 EE$ $\leq 750,000 EE$
T_{P4}	$> 750,000 EE$ $\leq 1'000,000 EE$

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Obteniendo un tránsito mayor a 750,000 EE y menor o igual a 1'000,000 EE, consiguiendo así un tipo de tráfico pesado

$$\text{Tipo de Tráfico Pesado} = T_{p4}$$

b. Nivel de Confiabilidad (%R)

El nivel de confiabilidad es la probabilidad de que un diseño en particular se comporte como se espera durante el período de diseño. (MTC, 2013, p.154). A continuación, se presenta los valores de niveles de confiabilidad para los diferentes tipos de tráfico pesados.

Tabla 30: Nivel de confiabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	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 2013

Obteniendo un nivel de confiabilidad de:

$$R = 80\%$$

b. Desviación Estándar Normal (Zr)

El coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr) es el valor de la confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos en una distribución normal. (MTC, 2013, p.155)

Tabla 31: Desviación Estándar Normal

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	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

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Obteniendo una desviación estándar normal de:

$$Z_r = -0.842$$

c. Desviación Estándar Combinada (So)

La desviación estándar combinada (So) es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada en el tráfico previsto y otros factores que influyen en el comportamiento del pavimento de acuerdo con el Manual de Carreteras (2013, p. 157). El manual AASHTO presenta valores de 0,40 a 0,50, teniendo en cuenta este proyecto de investigación un valor de 0,45.

$$S_o = 0.45$$

d. Índice de Serviciabilidad (Pi, Pt, ΔPSI)

El índice de usabilidad es la comodidad de conducción ofrecida al usuario, Pi es la condición de una carretera recién construida y Pt es la condición de una carretera que ha alcanzado la necesidad de cualquier restauración o reconstrucción. Los indicadores de salud inicial y final y la diferencia entre ellos se muestran a continuación:

Tabla 32: *Índice de Serviciabilidad Inicial*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Tabla 33: Índice de Serviciabilidad Final

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Tabla 34: Variación de Serviciabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	1.80

Fuente: Manual de Carreteras 2013

Teniendo los siguientes valores $P_i = 3.80$ y $P_t = 2.00$, obtenemos un diferencial de serviciabilidad de:

$$\Delta PSI = 1.80$$

e. Módulo de Resiliencia (M_R) y Coeficientes Estructurales (a_i)

- Modulo de Resiliencia (Sub-Rasante)

El Módulo de Resiliencia (M_R) es una medida de la rigidez del suelo de la subrasante, que para su obtención de valor se correlaciona con el CBR de diseño.

$$M_R(psi) = 2555 * CBR^{0.64}$$

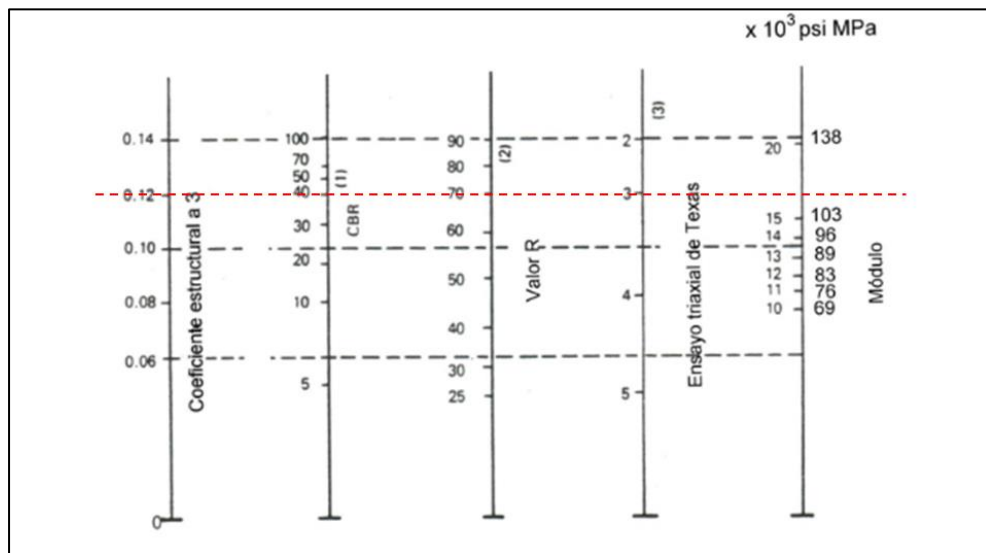
$$M_R(psi) = 2555 * 20^{0.64}$$

$$M_R(psi) = 17,380$$

- Modulo de Resiliencia y Coeficiente Estructural (Sub-Base)

Procedemos a utilizar el ábaco de la Guía AASHTO-93 para el Módulo de Elasticidad y coeficiente estructural (a_3)

Figura 10: Módulo de Elasticidad y Coeficiente Estructural de Sub-Base Granular



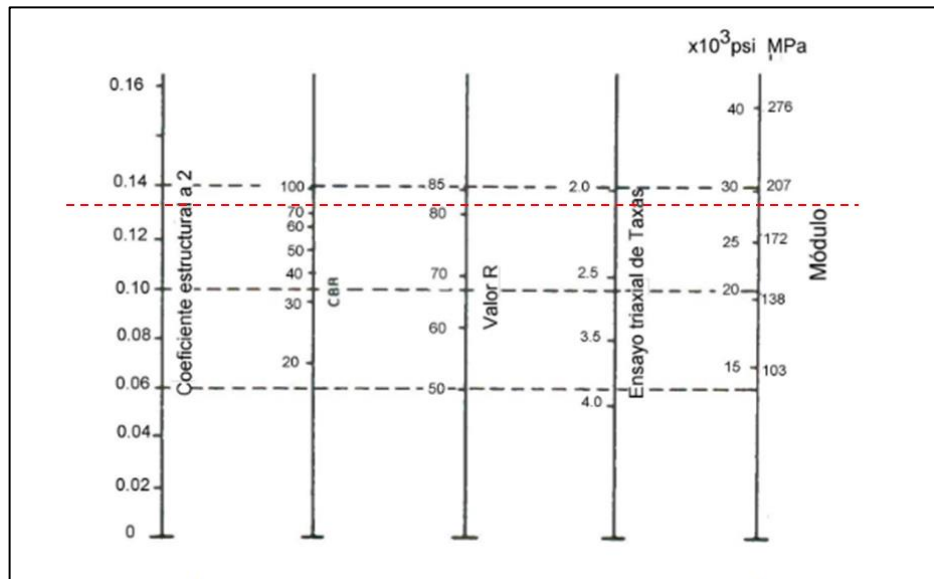
Fuente: Guía AASHTO-93

$$a_3 = 0.12 \text{ y } M_E = 16,500 \text{ psi}$$

- Modulo de Resiliencia y Coeficiente Estructural (Base)

Procedemos a utilizar el ábaco de la Guía AASHTO-93 para el Módulo de Elasticidad y coeficiente estructural (a_2)

Figura 11: Módulo de Elasticidad y Coeficiente Estructural de Base Granular



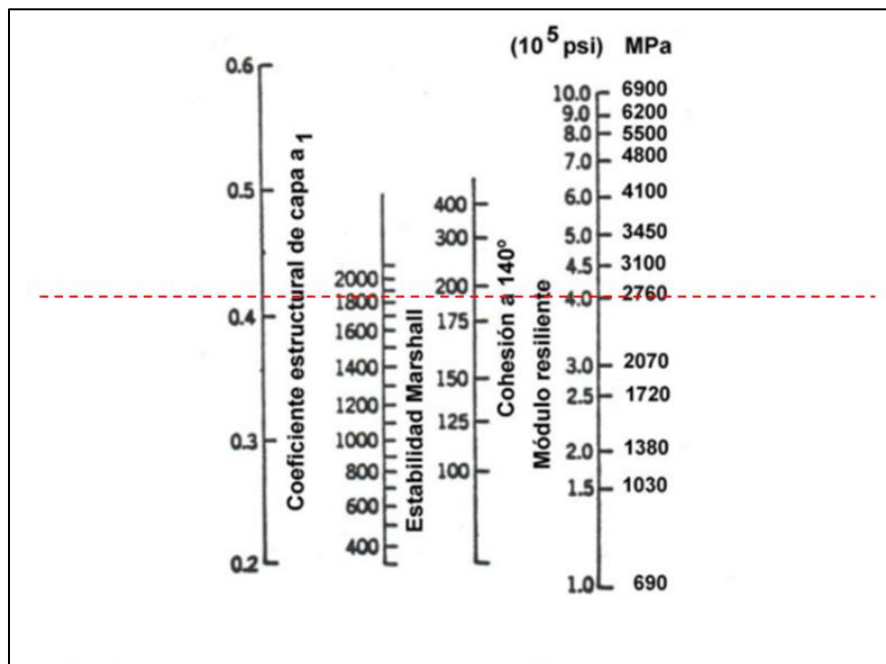
Fuente: Guía AASHTO-93

$$a_2 = 0.132 \text{ y } M_E = 28,500 \text{ psi}$$

- Modulo de Resiliencia y Coeficiente Estructural (Carpeta Asfáltica)

Procedemos a utilizar el ábaco de la Guía AASHTO-93 para el Módulo de Elasticidad y coeficiente estructural (a_1) utilizando como módulo resiliente a 60°F (20°C), 400,000 PSI, teniendo como resultado el coeficiente estructural (a_1):

Figura 12: Módulo de Elasticidad y Coeficiente Estructural de Carpeta Asfáltica



Fuente: Guía AASHTO-93

$$a_1 = 0.42 \text{ y } M_E = 400,000 \text{ psi}$$

Tabla 35: Cuadro resumen de propiedades de materiales

MATERIAL	MR (PSI)	a _i
Carpeta Asfáltica	400,000	0.42
Base Granular	28,500	0.132
Subbase Granular	16,500	0.12
Subrasante	17,380	-

Fuente: Elaboración propia

f. Coeficiente de Drenaje

Su propósito es tomar en cuenta el efecto del drenaje en la estructura de la calzada, ya que nuestro proyecto está ubicado en Ilo - Distrito del Algarrobal, donde llueve varios días al año, pero tenemos un porcentaje importante de humedad. como resultado, tienen una calidad de drenaje normal (Tabla 33) y una relación de drenaje de 1,15 (Tabla 34).

Tabla 36: Calidad de Drenaje

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua
Excelente	2 Horas
Bueno	1 día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy Pobre	No Drena

Fuente: Guía AASHTO-93

Tabla 37: Coeficiente de Drenaje

Calidad del Drenaje	% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación			
	< 1	1 - 5	5 - 25	> 25
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.8	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía AASHTO-93

Se considera los valores siguientes para el diseño estructural del pavimento flexible

Tabla 38: Cuadro resumen de coeficiente de drenaje

COEFICIENTE DE DRENAJE	
m2	1,15
m3	1,15

Fuente: Elaboración propia

g. Cálculo del Numero Estructural Requerido (SN)

El número estructural (SN) representa el espesor total del pavimento sobre la subrasante y debe convertirse al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, siendo así la base, la base y la capa asfáltica, utilizando la siguiente ecuación de acuerdo con la metodología AASHTO -93.

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

Teniendo los siguientes datos:

$$W_{18} = 848,376.72 \text{ EE}$$

$$R = 80\%$$

$$Z_r = -0.842$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

$$M_{R(SR)} = 17,380 \text{ PSI}$$

$$M_{R(SBG)} = 16,500 \text{ PSI}$$

$$M_{R(BG)} = 28,500 \text{ PSI}$$

$$m_2, m_3 = 1.15$$

Iterando el Valor de SN para $\log_{10}(W_{18})$, tenemos un valor de:

$$SN_3 = 2.258$$

$$SN_2 = 2.310$$

$$SN_1 = 1.862$$

Resolviendo:

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} ; D_1 \geq \frac{1.862}{0.42} = 4.43'' \text{ aproximado a } 4.44''$$

$$SN_1^* = a_1 * D_1^* = 0.42 * 4.44 = 1.865$$

$$SN_1^* \geq SN_1 \text{ ok}$$

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2} ; D_2 \geq \frac{2.310 - 1.86}{0.132 * 1.15} = 3.87'' \text{ aproximado a } 3.88''$$

$$SN_2^* = a_2 * m_2 * D_2^* = 0.132 * 1.15 * 3.88 = 0.589$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2 \text{ ok}$$

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 * m_3} ; D_3 \geq \frac{2.258 - (1.865 + 0.589)}{0.12 * 1.15}$$

$$= -1.876" \text{ aproximado a } 0"$$

$$SN_3^* = a_3 * m_3 * D_3^* = 0.12 * 1.15 * 0 = 0.00$$

Dado que el número estructural de la capa base de asfalto y granular cumple con los requisitos para proteger la estructura del pavimento de la formación de surcos y daños estructurales, procedemos con la remoción de la capa base verificando lo siguiente:

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* \geq SN_3$$

$$1.865 + 0.589 + 0.00 \geq 2.26$$

$$2.454 \geq 2.26 \text{ ok}$$

Teniendo como espesores del pavimento flexible, los siguientes datos:

Tabla 39: Cuadro de espesores del pavimento flexible (Diseño Inicial)

DISEÑO INICIAL		
ESPEORES	PULGADAS	METROS
C.A.	4.44	0.11
BASE	3.88	0.10
SUB-BASE	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

El diseño del pavimento flexible quedaría como en la siguiente figura:

Figura 13: Espesores de pavimento flexible (Diseño Inicial)



Fuente: Elaboración propia

Basado en las Directrices AASHTO-93 y proponiendo el diseño de pavimento flexible óptimo basado en ejes equivalentes, nos proporciona un espesor de diseño mínimo para asfalto y capas base granuladas, con un mínimo de 3 pulgadas para asfalto. y 6 pulgadas para la base granular, obtenemos:

Tabla 40: Espesores mínimos para pavimento flexible

Trafico, ESAL's	Concreto Asfáltico	Base de Agregados
menos de 50,000	1.0 (o tratamiento superficial)	4
50,001-150,000	2.0	4
150,001-500,000	2.5	4
500,001-2,000,000	3.0	6
2,000,001-7,000,000	3.5	6
mayor que 7,000,000	4.0	6

Fuente: Guía AASHTO-93

Resolviendo:

$$SN_1^* = a_1 * D_1^* = 0.42 * 3.00 = 1.26$$

$$SN_2^* = a_2 * m_2 * D_2^* = 0.132 * 1.15 * 7.00 = 1.06$$

$$SN_3^* = a_3 * m_3 * D_3^* = 0.12 * 1.15 * 0 = 0.00$$

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* \geq SN_3$$

$$1.26 + 1.06 + 0.00 \geq 2.26$$

$$2.32 \geq 2.26 \text{ ok}$$

Teniendo como espesores del pavimento flexible, los siguientes datos:

Tabla 41. Cuadro de espesores del pavimento flexible (Diseño Final)

DISEÑO FINAL		
ESPEORES	PULGADAS	METROS
C.A.	3.00	0.08
BASE	7.00	0.18
SUB-BASE	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

El diseño final del pavimento flexible sería como la siguiente figura:

Figura 14: *Espesores de pavimento flexible (Diseño Final)*



Fuente: Elaboración propia

Para el objetivo específico N° 4 el cual se denomina “Diseñar el tipo de carpeta asfáltica de acuerdo con el clima de la zona de Moquegua”, se consigue lo siguiente, una temperatura promedio anual de 25.5°C como temperatura máxima y 15.2°C de temperatura mínima, luego se clasifica de acuerdo al manual de pavimento urbanos como una calle urbana – vías colectoras. Estos dos últimos datos y el manual de asfaltos Petroperú nos brinda como resultado un tipo de asfalto PEN 85-100.

4.1.5. Tipo de Asfalto para pavimento flexible

a. Temperatura Promedio Anual

En el distrito del algarrobal, provincia de Ilo, tenemos una temperatura promedio al año de acuerdo a la base de datos del SENAMHI, teniendo como resultado una temperatura máxima de 25.5°C y una temperatura mínima de 15.2°C.

Tabla 42. *Temperatura Promedio Anual*

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C
Enero	29.9	18.7
Febrero	30.8	18.8
Marzo	29.9	17.7
Abril	27.3	15.3
Mayo	24.6	13.7
Junio	22.3	12.7
Julio	21.1	12.5
Agosto	21	12.7
Setiembre	21.7	13.5
Octubre	23.4	14.5
Noviembre	25.7	15.6
Diciembre	27.8	17.1
Promedio	25.5	15.2

Fuente: SENAMHI

b. Tipo de Vía

De acuerdo al manual de CE.010 Pavimentos Urbanos urbanas como parte de la clasificación de calles de la ciudad, nuestra cobertura flexible de aceras se refiere a carreteras coleccionables, que son calles que recogen el tráfico de diferentes carreteras locales. (2010, p.52).

c. Tipo de Cemento asfáltico

A la hora de elegir nuestro tipo de hormigón asfáltico, nos basamos en el Manual de Asfalto de Petroperú, el cual, con base en la temperatura promedio anual y el tipo de camino, produce hormigón asfáltico a una tasa de penetración de 85-100, como se muestra en la siguiente tabla 43.

Tabla 43: Selección de tipo de cemento asfáltico

Pavimentación	CLIMA				
	Muy cálido	Cálido	Moderado	Frío	Frío
AEROPUERTOS					
Pistas de despegue	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Caminos auxiliares	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Aparcamientos	60-70	60-70	60-70	85-100	85-100
CARRETERAS					
Tráfico pesado y muy pesado	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Tráfico medio ligero	40-50	60-70	60-70	85-100	120-150
CALLES					
Tráfico pesado y muy pesado	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Tráfico medio ligero	40-50	60-70	85-100	85-100	120-150
CAMINOS PARTICULARES					
Industriales	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Comerciales Estac. Serv.	40-50	60-70	60-70	85-100	85-100
Residenciales	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
APARCAMIENTOS					
Industriales	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Comerciales	40-50	60-70	60-70	85-100	85-100
ZONA DE RECREO					
Pista de tenis	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
Terrenos de juego	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
BORDILLOS	40-50	40-50	60-70	85-100	85-100

Fuente: Manual de Asfaltos Petroperú

V. DISCUSIÓN

1. Se ha determinado los parámetros del terreno de fundación solicitado por la metodología AASHTO-93, lo que ha permitido diseñar adecuadamente según esta metodología, además según el MTC 2003 en especificaciones técnicas, acepta este tipo de diseño, en los antecedentes internacionales y nacionales se concuerda con (Espinoza Correa, 2018) como también con (Escobar Bellido y Huincho Ochoa, 2017) respectivamente, donde se llega a validar la Hipótesis Específica N° 1, que dice lo siguiente: “Determinando los parámetros del terreno de fundación se diseña adecuadamente el pavimento flexible de alto tránsito según la metodología de la AASHTO-93”.
2. Se ha determinado el tránsito vehicular solicitado por la metodología AASHTO-93, permitiéndonos así realizar un óptimo diseño de acuerdo a los resultados de los Ejes Equivalentes y basándonos al MTC, 2013 en Manual de Carreteras – Suelos y pavimentos, avalando este tipo de diseño, en los antecedentes internacionales y nacionales llegando a un mismo acuerdo con (Bazán Tuesta y Vargas Guevara, 2020) como también con (Torres Cabrera, 2018) respectivamente, donde se llega a validar la Hipótesis Específica N° 2, que dice lo siguiente: “Determinando el tránsito vehicular se diseña adecuadamente el pavimento flexible de alto tránsito según la metodología AASHTO-93”.
3. Se ha conformado adecuadamente la estructura del pavimento de acuerdo a la AASHTO-93, obteniendo así una funcionalidad adecuada además que, las normativas del MTC y la NTE admiten el tipo de diseño empleado, con respecto a los antecedentes internacionales concordamos con (Montealegre Arias y Betancourt Cuellar, 2019), donde se llega a validar la Hipótesis Específica N° 3, que menciona que: “Conformando adecuadamente de acuerdo con los resultados de AASHTO-93 la estructura del pavimento, la construcción de la vía terrestre tendrá funcionalidad adecuada”.

4. Se ha diseñado la carpeta asfáltica de acuerdo al clima de Moquegua, lo que nos permite cumplir con la vida útil de nuestro diseño estructural con la ayuda del Manual de Asfaltos de Petroperú, donde nos muestra el Uso de cementos asfálticos en función al clima, en los antecedentes internacionales se concuerda con (Espinoza Correa, 2018) donde se llega a validar la Hipótesis Especifica N° 4, que dice lo siguiente: Diseñando la carpeta asfáltica adecuada al tipo de clima de la zona de Moquegua se logra la vida útil planteada en el diseño.

5. Habiendo validado las hipótesis específicas N° 1, 2, 3 y 4, se procede a validar la Hipótesis General que menciona lo siguiente: “Diseñando la estructura del pavimento flexible de alto tránsito según la metodología AASHTO 93, cumple con las normas técnicas del MTC para uso en avenida del Asentamiento Humano. Frente a lo mencionado, las investigaciones de (Castillo Ynga, 2018), (Bazán Tuesta y Vargas Guevara, 2020) y (Amaya Alfonso, 2019) llegan a concluir que la elaboración del diseño de pavimento flexible mediante la metodología AASHTO-93 origina una mejor transitabilidad de los usuarios garantizando la integridad de los vehículos y peatones. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, confirmamos que mientras hagamos un diseño de pavimento flexible mediante la metodología AASHTO-93 y el Manual de Carreteras y que además se haga un buen estudio de tránsito de vehículos como también un riguroso estudio de suelos, mejor será el diseño de la estructura del pavimento flexible; produciendo un óptimo desempeño frente a fallas estructurales que pueden ocasionar los vehículos pesados con el paso del tiempo.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye con respecto al objetivo general que, el diseño estructural bajo la metodología AASHTO-93 nos brinda un óptimo diseño y mejor desempeño antes posibles fallas estructurales, logrando así resolver los problemas de nuestra investigación y dar solución a las dificultades como es el acceso y transitabilidad de los peatones y conductores.
2. Para el objetivo específico N° 1, el estudio de mecánica de suelos se obtuvo como clasificación, arenas limosas correspondiente a las 3 calicatas realizadas en campo, con una profundidad de 1.50 m. Los resultados de cada calicata realizada en campo se observan en la tabla 42.

Tabla 44: Resultados de estudio de mecánica de suelos

N° CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	GRAVEDAD ESPECIFICA	DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm ³)	INDICE DE PLASTICIDAD	HUMEDAD OPTIMA (%)	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	CBR (%)
C-1	4.70	2.60	1.970	4.01 %	8.00 %	A-1-b	SM	27.0
C-2	2.60	2.62	1.905	4.80 %	6.50 %	A-1-b	SM	23.0
C-3	3.70	2.63	1.846	5.74 %	7.60 %	A-1-b	SM	20.0

Fuente: Elaboración propia

3. Siguiendo con el objetivo específico N° 2, para el estudio de tráfico vehicular se tomó un tramo de la vía del A.A.H.H. Santa Rosa, considerándose la avenida N°05, que como resultado se obtuvo un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 2690 veh/día teniendo en consideración que por la pandemia del COVID-19 hubo la restricción de libre tránsito, así es que se tuvo que hacer el estudio entre las 4:00 am y 9:00 pm desde el lunes 24 de mayo al Domingo 30 de mayo, obteniendo para el Número de Ejes equivalentes o también ESAL, 8.48E+05 EE.

4. En el Objetivo específico N° 3, el diseño estructural del pavimento flexible utilizando la metodología AASHTO-93 y las normas técnicas del MTC, nos brinda como resultado los siguientes espesores:

Diseño inicial.

- Carpeta asfáltica de 11 cm (4.5 pulg.),
- Base granular de 10 cm (4.0 pulg.)

Diseño final.

- Carpeta asfáltica de 08 cm (3.0 pulg.)
- Base granular de 18 cm (7.0 pulg.)

Como se puede observar tenemos dos diseños estructurales, ya que estamos optimizando el aspecto económico basándonos en los espesores mínimos que nos brinda la Guía AASHTO-93, logrando así un óptimo desempeño por ambas partes.

5. Finalmente para el objetivo específico N° 4, de acuerdo con el SENAMHI, el clima del Departamento de Moquegua, provincia de Ilo, tiene un rango de temperatura promedio anual desde 15°C hasta 25°C, y basándonos en el Manual de Asfaltos de Petroperú, nos brinda los siguientes grados de penetración del cemento asfáltico para los rangos de temperatura (Tabla 43), que de acuerdo a nuestra avenida N° 05 tipificada como "CALLES" y temperatura moderada, tenemos como tipo de carpeta asfáltica un cemento asfáltico PEN 85-100.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para el objetivo general que debido a los diferentes climas y estratos de subrasante en nuestro país, debemos ahondar en los estudios de los parámetros de diseño de pavimentos flexibles, e incorporar factores de acuerdo a la variación del clima de la zona de estudio para conseguir estructuras apropiadas, ya que en nuestro país el método más utilizado es la AASHTO-93, el cual no incluye elementos para condiciones climáticas específicas.
2. Con respecto al objetivo específico N° 1, se recomienda hacer un estudio arqueológico previo a dicha zona a intervenir, ya que se podría encontrar con restos fósiles o textiles en las excavaciones para la muestra de suelo (calicatas).
3. Con respecto al objetivo específico N° 2, en los estudios de tráfico, es de vital importancia tomar en cuenta el tránsito imprevisto de vehículos, debido a que el estudio está diseñado para un valor ESAL (Ejes equivalentes) establecido en un tiempo determinado, lo que puede ocasionar un daño en la carpeta asfáltica con un incremento vehículos.
4. Con respecto al objetivo específico N° 3, se recomienda utilizar el diseño final de estructura del pavimento ya que reduciría el presupuesto del proyecto, optimizando así costos en la ejecución la obra.
5. Con respecto al objetivo específico N° 4, se recomienda hacer una evaluación exhaustiva de la temperatura en la zona de investigación, ya que los cambios bruscos en el clima a lo largo del tiempo, podrían afectar nuestra carpeta asfáltica y ocasionaría fallas inesperadas y reparaciones periódicas del pavimento flexible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014). Metodología de la Investigación
2. Instituto para el Desarrollo de los Pavimentos en el Perú (1993). Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimentos
3. MTC (2016). Manual de Ensayo de Materiales
4. Escuela de caminos de Montaña de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan (2006). Manual de Diseño de Pavimentos en base al Método AASHTO-93
5. Petroperú (2020). Manual Asfaltos Petroperú
6. MTC (2018). Manual de carreteras Diseño Geométrico
7. MTC (2021). Reglamento Nacional de Vehículos - DS N° 058-2003
8. MTC (2013). Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción
9. MTC (2013). Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos
10. SENCICO (2010). Norma Técnica de Edificación - CE.010 Pavimentos Urbanos
11. J. R. Menéndez Acurio (2009). Ingeniería de Pavimentos - Materiales, Diseño y Construcción
12. Alcaldía Local de Bosa. (2018). Vías intervenidas con la técnica del RAP en Bogotá D.C, localidad de Bosa. Alcaldía Local de Bosa
13. Cementos ARGOS. (2016). Prácticas de Construcción de Pavimentos de Concreto

14. Díaz, I. E. (2018). Guía Práctica Para Diseño Y Construcción De Pavimentos De Concreto Hidráulico
15. Edna Rocio Diaz Gutierrez; Miguel Andres Rojas Quiroga. (2018). Análisis De Los Procesos Constructivos En Infraestructura Vial Para La Generación De Cartilla De Procesos Constructivos De Pavimentos De Concreto Hidráulico Aplicados En Tránsitos Vehiculares De Bajos Volúmenes En la Región Del Alto Magdalena
16. Leguía, P y Pacheco, H (2016). Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) en las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau. [Trabajo de grado]. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Huacho-Huaura. Lima. Perú
17. Riveros, L y Gaitan, J. (2019). Determinar el Deterioro del Pavimento Flexible mediante Metodología de Auscultación VIZIR y PCI con Relación al CBR y la Estructura de Pavimento. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica. Ingeniería civil. Bogotá D. C. 2019
18. Tacza, E y Rodríguez, B. (2018). Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado
19. Álvarez, P.; Quintana, C.; Espinosa, J.L. y Montolio, M. (2017). Mezcla ultradelgada discontinua en capa de rodadura de elevada funcionalidad. AUTL-5 (BBTM 5A)
20. López Marco, J.R.; Berbis, J.; Albert, J.R.; Felipo, J. y Moral, A. (2017). Comportamiento y evolución de las características superficiales de las mezclas bituminosas ultra delgadas
21. Editorial Prensa Técnica, S.L. (2019). asfalto y pavimentación
22. W. Zambrano Zambrano (2016). Diseño estructural de pavimentos

23. M. Laura Guzman (2019). Análisis comparativo entre dos tipos de pavimentos para el campus de la UNALM
24. Uco-Sanchez, Yarizma (2018). Diseño de pavimento mixto
25. A. Campos Quispe, I. Irigoín Barboza (2019). Deterioro prematuro de los pavimentos flexibles de la zona urbana de la ciudad de Chota
26. Suárez, B. & Cerquín, B. (2018). Análisis del estado del pavimento flexible, tipo de fallas y su severidad de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad utilizando el método del Índice de Condición de Pavimento, en la ciudad de Cajamarca
27. Quispe, S.N. (2017). Vulnerabilidad de la infraestructura vial ante incremento del parque automotor en la ciudad de Cajamarca
28. Apaza, C.E. (2017). Deformación en las mezclas asfálticas y su consecuente deterioro en los pavimentos asfálticos en la ciudad de Juliaca – 2016
29. M. F. Huertas Sánchez, N. X. Santos Lozano (2018). Guía metodológica del proceso constructivo de un pavimento flexible
30. J. J. Coy González (2019). Tecnologías alternativas para pavimentos sostenibles en Colombia
31. Morante, H. (2019). Pavimento flexible con tratamiento superficial para aeródromo de tráfico ligero
32. Instituto nacional de vías (2018). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras
33. L. F. Macea-Mercado, L. Morales y L. Márquez-Díaz (2016). Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vías de desarrollo
34. E. Alfar (2016). gis-based pavement maintenance management model for local roads in the UK

35. M. Hafez, K. Ksaibati y R. Atadero (2017). Best practices to support and improve pavement management systems for low-volume paved roads
36. I. Yut, J. Mahoney y D. A. Larsen (2017). Preparation of the implementation plan of aashto Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (m-epdg) in Connecticut
37. M. Zumrawi y K. Margani (2017). Improving maintenance practice for road network in Sudan
38. PeymanBabashamsi, Nur IzzimD Yusoff, HalilCeylan, Nor GhaniMd Nor, HashemSalarzadeh Jenatabadid (2016). Evaluation of pavement life cycle cost analysis: Review and analysis
39. Kai Yang, Rui Li (2021). Characterization of bonding property in asphaltpavement interlayer
40. G. Kelly, D. Delaney, G. Chai y S. Mohamed (2016). Optimising Local Council's return on investment from annual pavement rehabilitation budgets through targeting of the average pavement condition index
41. L. Díaz-Vilariño, H. González, M. Bueno, I. Puente y P. Arias (2016). Automatic classification of urban pavements using mobile Lidar data and roughness descriptors
42. S. M. Bazlamit, H. S. Ahmad y T. I. Al-suleiman (2017). Pavement Maintenance Applications using Geographic Information Systems
43. R. Satria y M. Castro (2016). gis tools for analyzing accidents and road design: A review
44. M. A. Aghajani, R. S. Dezfoulan, A. R. Arjroody y M. Rezaei (2016). Applying gis to identify the spatial and temporal patterns of road accidents using spatial statistics (case study: Ilam Province, Iran)
45. F. Pacheco-Torgal, S. Amirkhanian, H. Wang, E. Schlangen (2020). Eco-efficient pavement construction materials

46. Alexander A. Lyapin - Ivan A. Parinov, Nina I. Buravchuk, Alexander V. Cherpakov, Ol'ga V. Shilyaeva - Ol'ga V. Guryanova (2020). Improving road pavement characteristics
47. WJvdM Steyn, Irina Holleran, BooHyun Nam (2018). Pavement materials and associated geotechnical aspects of civil infrastructures
48. Feng Li, Jinyan Feng, Youxin Li, Siqi Zhou (2021). Preventive maintenance technology for asphalt pavement
49. Dallas N. Little - David H. Allen, Amit Bhasin (2018). Modeling and design of flexible pavements and materials

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

TEMA: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO
APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO-93 ILO – MOQUEGUA 2021

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES / DIMENSIONES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DISEÑO DE INVESTIGACION: NO EXPERIMENTAL.
¿Cómo podemos elaborar un diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito utilizando la metodología AASHTO-93 para uso en el A.A.H.H. SANTA ROSA, del distrito del Algarrobal - Provincia de Ilo?	Elaborar un diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito utilizando la metodología AASHTO-93 para uso en el A.A.H.H. SANTA ROSA, del distrito del Algarrobal - Provincia de Ilo.	Diseñando la estructura del pavimento flexible de alto tránsito según la metodología AASHTO 93, cumple con las normas técnicas del MTC para uso en avenida del Asentamiento Humano.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	ENFOQUE : CUANTITATIVO
* ¿Cómo podemos evaluar los parámetros del terreno de fundación para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito según AASHTO 93?	* Determinar los parámetros del terreno de fundación para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito según AASHTO 93.	* Determinando los parámetros del terreno de fundación se diseña adecuadamente el pavimento flexible de alto tránsito según la metodología de la AASHTO-93.	APLICANDO METODOLOGIA AASHTO-93	
* ¿Cómo podemos determinar el tránsito vehicular para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito?	* Determinar el tránsito vehicular para el diseño estructural del pavimento flexible de alto tránsito.	* Determinando el tránsito vehicular se diseña adecuadamente el pavimento flexible de alto tránsito según la metodología AASHTO-93		TIPO DE ESTUDIO: APLICADA
* ¿Cómo podemos hacer la conformación de la estructura del pavimento de acuerdo con las normas técnicas del MTC y de la AASHTO 93?	* Elaborar la conformación de la estructura del pavimento de acuerdo con las normas técnicas del MTC y de la AASHTO 93.	* Conformando adecuadamente de acuerdo con los resultados de AASHTO-93 la estructura del pavimento, la construcción de la vía terrestre tendrá funcionalidad adecuada.		POBLACION: 18,2 km de vías urbanas en el A.A.H.H. SANTA ROSA - Distrito Algarrobal - Provincia de Ilo
* ¿Cómo podemos diseñar el tipo de carpeta asfáltica de acuerdo al clima de la zona de Moquegua?	* Diseñar el tipo de carpeta asfáltica de acuerdo con el clima de la zona de Moquegua	* Diseñando la carpeta asfáltica adecuada al tipo de clima de la zona de Moquegua se logra la vida útil planteada en el diseño.		MUESTRA: 1 km de vía no asfaltada

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

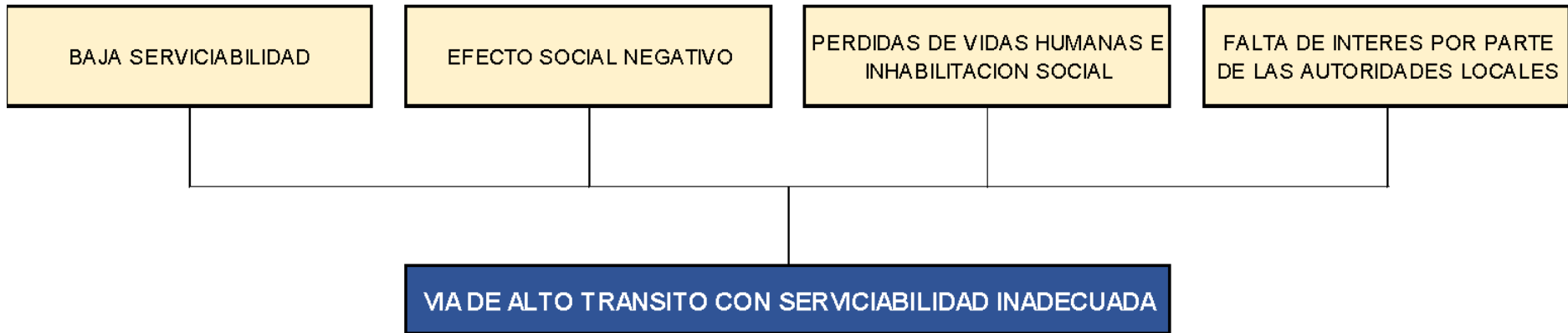
TEMA: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO-93 ILO – MOQUEGUA 2021

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Diseño estructural de pavimento flexible de alto transito	Los pavimentos de alto transito son aquellos cuyo indice medio diario es entre 4000 y 2001 veh/día. Son estructuras formadas por capas (sub-base, base y carpeta asfaltica) que descansan sobre el suelo de cimentación el cual soporta cargas vehiculares, durante un periodo tiempo previamente establecido. (Becerra,2012)	Nos permite el diseño de las capas del pavimento de tal forma que nos ayuda a disminuir los daños y deformaciones y esto se puede lograr con el apoyo de la norma técnica del MTC y la AASHTO-93	Estudio de suelos	Analisis Granulometrico	Intervalo (%)
				Limites de Consistencia	Intervalo (%)
				Contenido de Humedad	Intervalo (%)
				Gravedad Especifica	Adimensional
				Ensayo de Proctor Modificado	Intervalo (gr/cm ³)
				Ensayo de CBR	Intervalo (%)
			Diseño Metodo AASHTO-93	Tipo de Pavimento	Nominal
				Carga Vehicular actuante	Intervalo Ejes equivalentes (EE)
Variable dependiente: Aplicando metodologia AASHTO-93 Técnica: Metodologia AASHTO-93	La metodologia AASHTO permite diseñar pavimentos flexibles en base al transito y el valor del modulo resilente, ademas considera la variacion de la serviciabilidad y el drenaje de la via (AASHTO-93)	Vias con gran magnitud de sobrecarga vehicular basado en la norma tecnica del MTC y la AASHTO-93	Estudio de trafico	Tipo de Vehiculos	Nominal
				IMDA (Índice Medio Diario Anual)	Intervalo veh/día
			Diseño de Vías	Tipo de Vía	Nominal
				Nivel de Servicio	Nominal
				Vida útil de la vía	Nominal

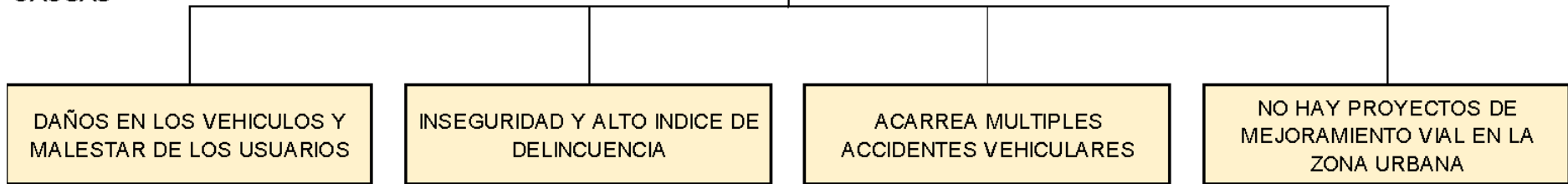
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3. Efectos y Causas del Problema

EFFECTOS

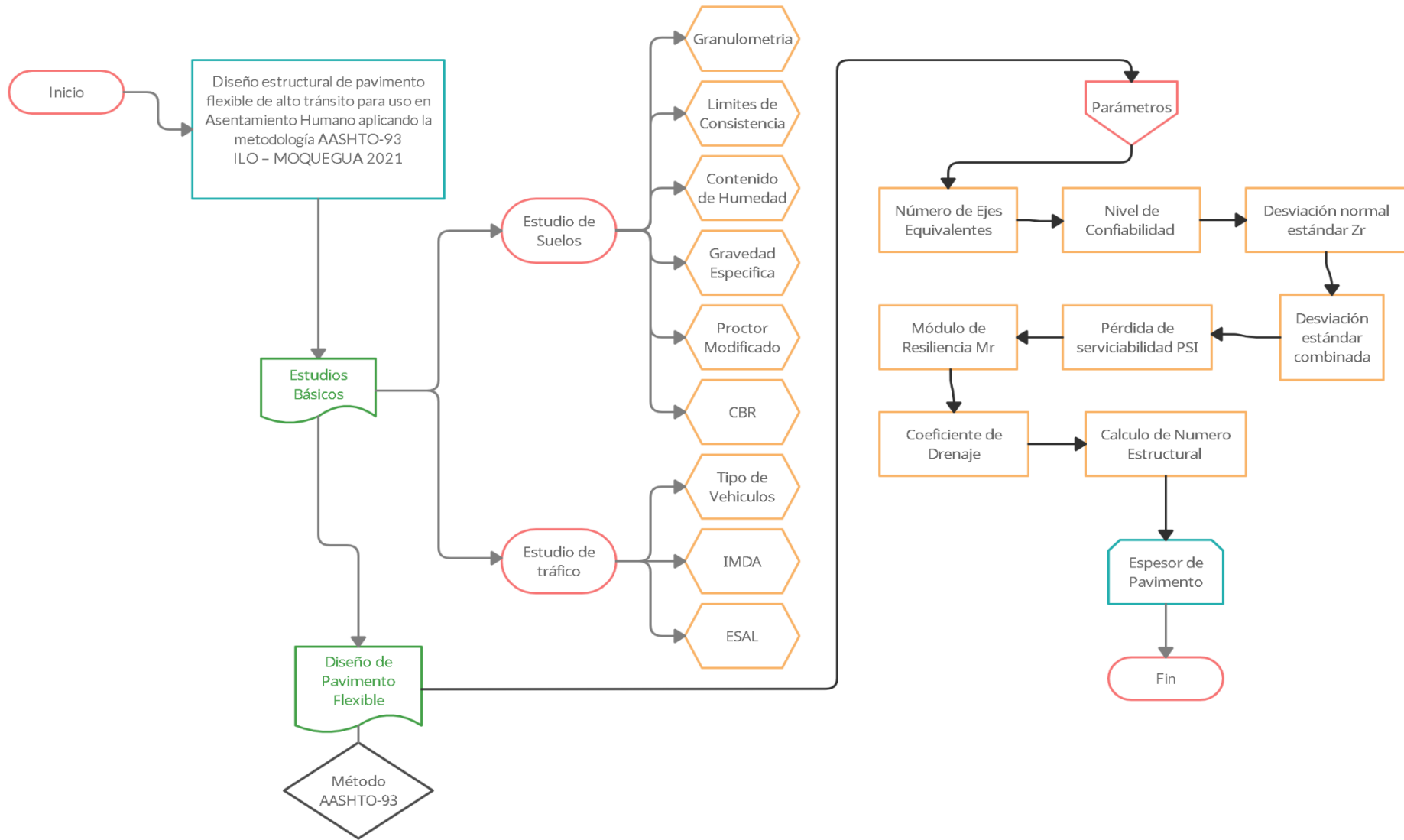


CAUSAS



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5. Validación por juicio de Expertos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:							
	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE SUELOS	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Análisis Granulométrico	✓		✓		✓		
2	Límite de consistencia	✓		✓		✓		
3	Contenido de humedad	✓		✓		✓		
4	Gravedad específica	✓		✓		✓		
4	Ensayo de Proctor modificado	✓		✓		✓		
5	Ensayo de CBR	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2. DISEÑO METODO ASSTHO-93	SI	No	SI	No	SI	No	
6	Tipo de Pavimento	✓		✓		✓		
7	Carga Vehicular actuante	✓		✓		✓		
8	Tipo de Cemento asfáltico	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE:	SI	No	SI	No	SI	No	
	APLICANDO METODOLOGÍA ASSTHO-93	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE TRAFICO	SI	No	SI	No	SI	No	
9	Tipo de vehículos	✓		✓		✓		
10	IMDA (Índice medio diario Anual)	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: DISEÑO DE VIAS	SI	No	SI	No	SI	No	
11	Tipo de Vía	✓		✓		✓		
12	Nivel de Servicio	✓		✓		✓		
13	Vida útil de la vía	SI	No	SI	No	SI	No	
		✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: FLORES FERRER EVELYN HARLEY..... DNI: 43308012.....

Especialidad del validador: INGENIERA CIVIL.....

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

16 de JUNIO del 2021



Evelyn Marley Flores Ferrer
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 127354

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	SI	No	SI	No	SI	No	
	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO							
	DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE SUELOS	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Análisis Granométrico							
2	Límite de consistencia							
3	Contenido de humedad							
4	Gravedad específica							
4	Ensayo de Proctor modificado							
5	Ensayo de CBR							
	DIMENSIÓN 2: DISEÑO METODO ASSTHO-93	SI	No	SI	No	SI	No	
6	Tipo de Pavimento							
7	Carga Vehicular actuante							
8	Tipo de Cemento asfáltico							
	VARIABLE DEPENDIENTE:	SI	No	SI	No	SI	No	
	APLICANDO METODOLOGIA ASSTHO-93							
	DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE TRAFICO	SI	No	SI	No	SI	No	
9	Tipo de vehículos							
10	IMDA (Índice medio diario Anual)							
	DIMENSIÓN 2: DISEÑO DE VIAS	SI	No	SI	No	SI	No	
11	Tipo de Vía							
12	Nivel de Servicio							
13	Vida útil de la vía	SI	No	SI	No	SI	No	

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): —

 Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

 Apellidos y nombres del juez validador. Ing: Jennifer Joanna Villena Rondón DNI: 41967894

 Especialidad del validador: Proyectos
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

09 de Julio del 2021


 Ing. Jennifer J. Villena Rondón
 Ing. Civil
 CIP. N° 102137

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

Nº	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:							
	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE SUELOS	SI	No	SI	No	SI	No	
1	Análisis Granulométrico	✓		✓		✓		
2	Límite de consistencia	✓		✓		✓		
3	Contenido de humedad	✓		✓		✓		
4	Gravedad específica	✓		✓		✓		
4	Ensayo de Proctor modificado	✓		✓		✓		
5	Ensayo de CBR	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2. DISEÑO METODO ASSTHO-93	SI	No	SI	No	SI	No	
6	Tipo de Pavimento	✓		✓		✓		
7	Carga Vehicular actuante	✓		✓		✓		
8	Tipo de Cemento asfáltico	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE:	SI	No	SI	No	SI	No	
	APLICANDO METODOLOGIA ASSTHO-93	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 1: ESTUDIO DE TRAFICO	SI	No	SI	No	SI	No	
9	Tipo de vehículos	✓		✓		✓		
10	IMDA (Índice medio diario Anual)	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: DISEÑO DE VIAS	SI	No	SI	No	SI	No	
11	Tipo de Vía	✓		✓		✓		
12	Nivel de Servicio	✓		✓		✓		
13	Vida útil de la vía	SI	No	SI	No	SI	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del Juez validador. Ing: MACHICAO MAHANI LADY YESENIA DNI:..... 48125025

Especialidad del validador:..... INGENIERIA CIVIL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

... 21 ... de ... del 2021

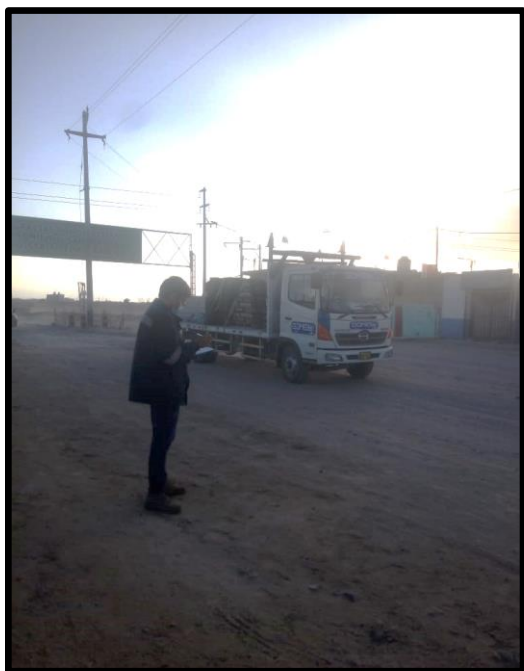


 Firma del Experto Informante.

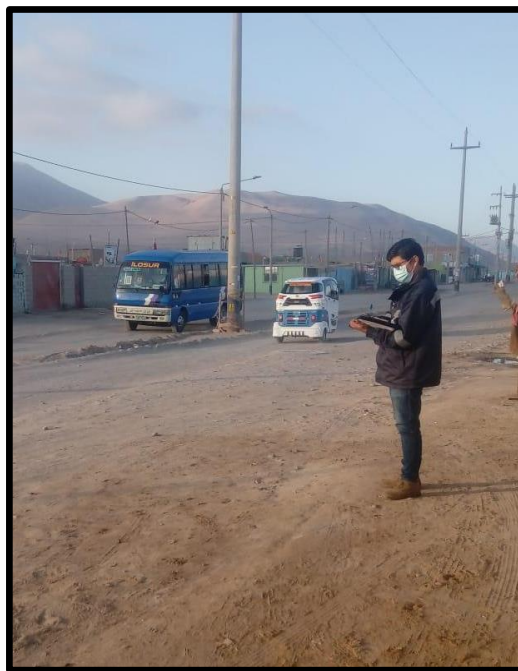
Anexo 6. Panel fotográfico

ESTUDIO DE TRÁFICO

Conteo Vehicular Punto 1 (Inicio de la Av. N°5 de Santa Rosa)



Conteo Vehicular Punto 2 (Final de la Av. N°5 de Santa Rosa)

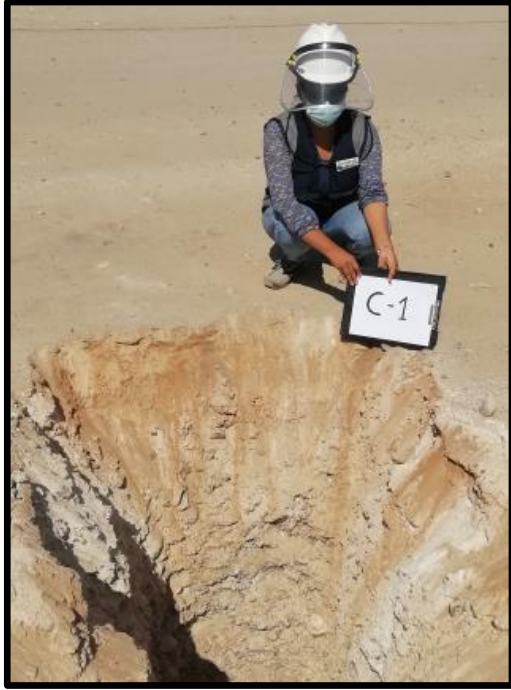


Av. N°5 de Santa Rosa (Vía Projectada)



EXCAVACION DE CALICATA

CALICATA N°01 (C-1)



CALICATA N°02 (C-2)



CALICATA N°03 (C-3)



Anexo 7 . Estudios de Suelos

CALICATA 1

GEOPOL EIRL
Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO-93"

SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS

UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO

MUESTRA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : C-1

ESTRATO : _____

PROG (Km) : _____

PROF (m) : _____

COORDENADA : 255293.00 E
8048718.00 S

LADO : IZQUIERDA

TEC. RESP. : K.P.M.

ING. RESP. : C.A.B.F.

FECHA : 7/06/2021

CLASIFICACION ASTM	TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACION-GRADACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0		Peso inicial : 6882.0 Grs	
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0		Peso fracción : 722.0 Grs	
		2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	Grava : 18.56 %	
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena : 64.52 %	
	FINO	1"	25.000	146.0	2.1	2.1	97.9		Fino : 16.92 %
		3/4"	19.000	355.0	5.2	7.3	92.7		Wnatural : 4.71 %
		1/2"	12.500	242.0	3.5	10.8	89.2		
		3/8"	9.500	157.0	2.3	13.1	86.9		LIMITES DE CONSISTENCIA
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.04	4.750	377.0	5.5	18.6	81.4	L.L. : 25.45 %	
		No.10	2.000	105.0	11.8	30.4	69.6	L.P. : 21.44 %	
	MEDIA	No.20	0.840	136.0	15.3	45.7	54.3	I.P. : 4.01 %	
		No.40	0.425	106.0	12.0	57.7	42.3	Cc : 0.94	
		No.60	0.297	55.0	6.2	63.9	36.1	Cu : 29.13	
		No.100	0.150	117.0	13.2	77.1	22.9	D60 : 1.27	
		No.200	0.075	53.0	6.0	83.1	16.9	D30 : 0.23	
		<No.200		1.164.5	16.9	100.0		D10 : 0.04	

CLASIFICACION

IG

0

SUCS :

SM

AASHTO :

A - 1 - b

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

Gran Muestra

* OBSERVACION :

GEOPOL EIRL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD
 JOSÉ RAÚL JIMÉNEZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 12072

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)**

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"

SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS

UBICACION : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA RROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO

MUESTRA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : C-1

ESTRATO : -----

PROG (Km) : -----

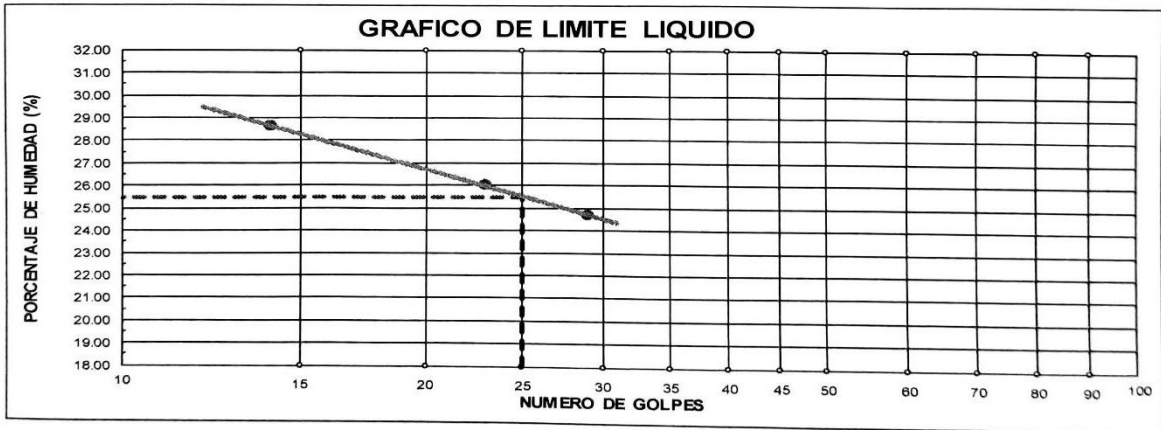
PROF (m) : -----

TEC. RESP K.P.M.
ING. RESP C.A.B.F.
FECHA 7/06/2021

LADO : IZQUIERDA

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO		
01. N° de Golpes		14	23	29
02. Tara N°		Q-5	A-4	Z-4
03. Suelo Humedo + Tara	gr	40.85	41.60	40.35
04. Suelo Seco + Tara	gr	35.81	36.58	35.98
05. Peso del Agua	gr	5.04	5.02	4.37
06. Peso del Tarro	gr	18.20	17.30	18.25
07. Peso del Suelo Seco	gr	17.61	19.28	17.73
08. % de Humedad	%	28.62	26.04	24.65

DESCRIPCION		LIMITE PLASTICO		
01. Tara N°		T-8	F-3	
02. Suelo Humedo + Tara	gr	29.60	28.45	
03. Suelo Seco + Tara	gr	27.75	27.25	
04. Peso del Agua	gr	1.85	1.20	
05. Peso del Tarro	gr	19.20	21.60	
06. Peso del Suelo Seco	gr	8.55	5.65	
07. % de Humedad	%	21.64	21.24	
LIMITE PLASTICO		21.44		



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
25.45	21.44	4.01


Cesar Augusto Torres Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP 10702



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(Método ASTM D-2216)

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-1
ESTRATO : ----
PROG (Km) : -----
PROF (m) : -----

TEC. RESP K.P.M.
ING. RESP. C.A.B.F.
LADO : IZQUIERDA **FECHA** : 7/06/2021

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL		
	V-5	G-8	
N° de tara	V-5	G-8	
Peso tara + suelo húmedo	460.5	472.5	
Peso tara + suelo seco	439.5	451.5	
Peso tara	0.0	0.0	
Peso del agua	21.0	21.0	
Peso suelo seco	439.5	451.5	
Humedad (%)	4.8	4.7	
Promedio		4.7	


Cesar Augusto Santos Flores
INGENIERO CIVIL
CIP 130122



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

OBRA "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"

SOLICITANTE BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS

UBICACIÓN ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO

MUESTRA MATERIAL PROPIO

CALICATA C-1

ESTRATO -----

PROG (Km) -----

PROF (m) -----

LADO : IZQUIERDA

TEC. RESP. K.P.M.

ING. RESP. C.A.B.F.

FECHA 7/06/2021

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

(Método ASTM C-128 , C - 127)

DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr	1.130.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr	685.0		
Volumen de masa + Volumen de vacios		445.0		
Peso material seco	gr	1.112.0		
Volumen de masa		427.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.50		2.50
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.54		2.54
Peso Especifico aparente (base seca)		2.60		2.60
% Absorción		1.62		1.62

DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr			
Peso frasco + H2O	gr			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr			
Peso material + H2O en el frasco	gr			
Volumen de masa + volumen de vacios				
Peso material seco	gr			
Volumen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

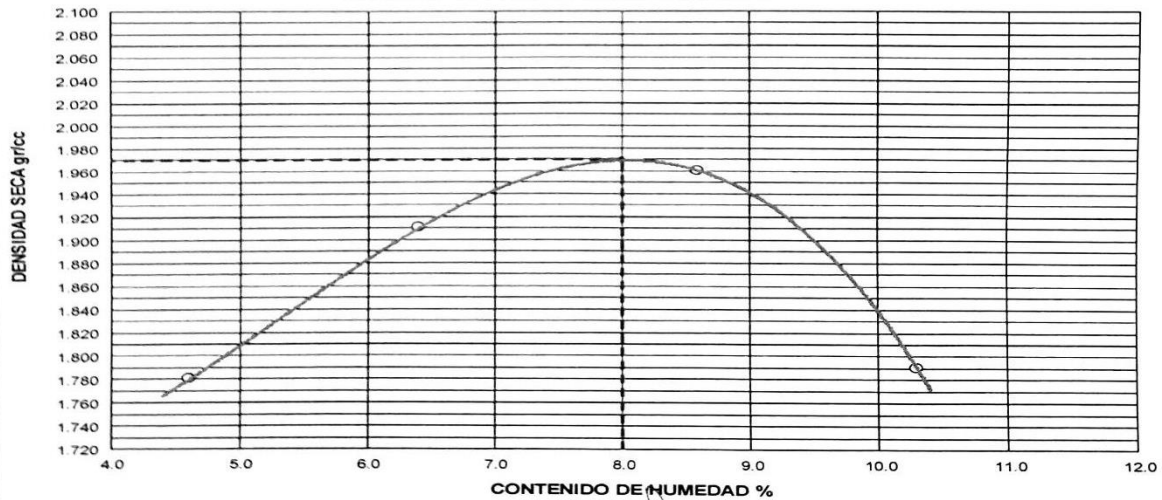
PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : _____
ESTRATO : _____
PROG (Km) : _____
PROF (m) : _____

LADO : IZQUIERDA

ING. RESP. : ING° C.A.B.F.
TEC° RESP. : K.P.M.
FECHA : 7/06/2021

ENSAYO N°	1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD				
Peso Molde+Suelo	9,280	9,630	9,845	9,510
Peso Molde	5,360	5,360	5,360	5,360
Peso Suelo Compactado	3,920	4,270	4,485	4,150
Volumen del Molde	2,108.00	2,108.00	2,108.00	2,108.00
Densidad Humeda	1.860	2.030	2.130	1.970
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	502.00	500.00	505.00	480.00
Suelo Seco + Recipiente	480.00	470.00	465.00	435.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	22.00	30.00	40.00	45.00
Peso de Suelo Seco	480.00	470.00	465.00	435.00
Contenido de Humedad	4.60	6.40	8.60	10.30
Densidad Seca	1.78	1.91	1.96	1.79
MAX. DENSIDAD SECA		CONT. OPTIMO DE HUMEDAD		
1.970 gr/cm3		8.00 %		

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETOS, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(ASTM D-1883)

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
 SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
 UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
 MUESTRA : MATERIAL PROPIO
 CALICATA : _____
 ESTRATO : _____
 PROG (Km) : _____
 PROF (m) : _____

LADO : IZQUIERDA

TEC. RESP. : K.P.M.
 ING. RESP. : ING° C.A.B.F.
 FECHA : 07/06/21

Molde N°		29		1		18
Capa N°		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo	gr.	12580		11585		11360
Peso del molde	gr.	7733		7325		7323
Peso del suelo húmedo	gr.	4847		4260		4037
Volumen del molde	cc.	2272		2189		2189
Densidad Humeda	gr./cc	2.13		1.95		1.84
Humedad	%	8.00		8.00		8.00
Densidad seca	gr./cc	1.970		1.810		1.700
Tarro N°		1		2		3
Tarro suelo húmedo	gr.	510.0		500.0		502.0
Tarro suelo seco	gr.	472.3		463.0		465.0
Agua	gr.	37.7		37.0		37.0
Peso del Tarro	gr.	0.0		0.0		0.0
Peso del suelo seco	gr.	472.3		463.0		465.0
Humedad	%	8.0		8.0		8.0
Promedio de la humedad	%	8.0		8.0		8.0

ENSAYO EXPANSION

LECTURAS DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION		
					m.m.		%		m.m.		%		m.m.		%

PENETRACION

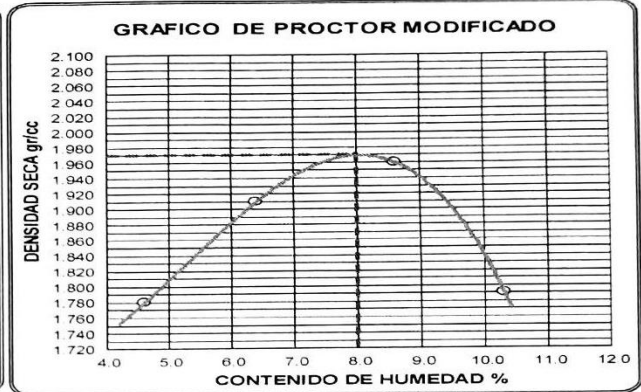
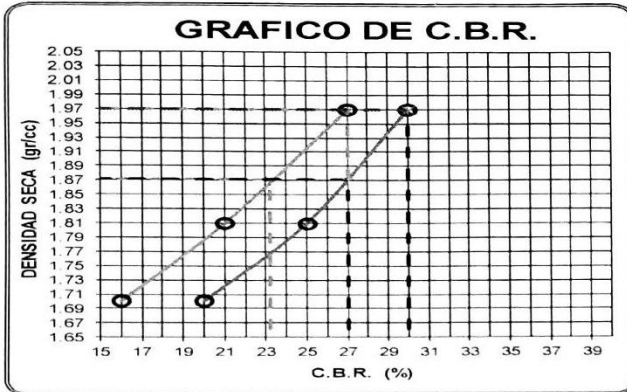
PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		210	210	70.0		145	145	48.0		115	115	38.0	
1'	0.127	0.050		405	405	135.0		285	285	95.0		225	225	75.0	
1' 30"	0.191	0.075		605	605	202.0		454	454	151.0		340	340	113.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	815	815	272.0	27.0	610	610	203.0	21.0	470	470	157.0	16.0
3'	0.381	0.150		1110	1110	370.0		870	870	290.0		705	705	235.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1360	1360	453.0	30.0	1115	1115	372.0	25.0	920	920	307.0	20.0
5'	0.635	0.250		1570	1570	523.0		1345	470	448.0		1130	1130	377.0	
6'	0.762	0.300		1730	1730	577.0		1570	1570	523.0		1340	1340	447.0	

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

PROYECTO : "TESIS DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN
ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : _____
ESTRATO : _____
PROG (Km) : _____
PROF (m) : _____

LADO : IZQUIERDA

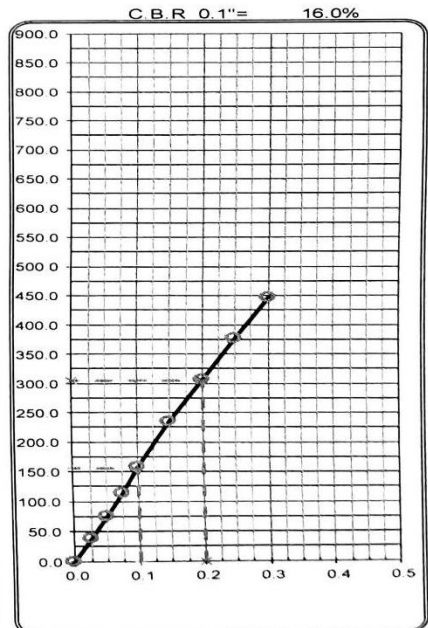
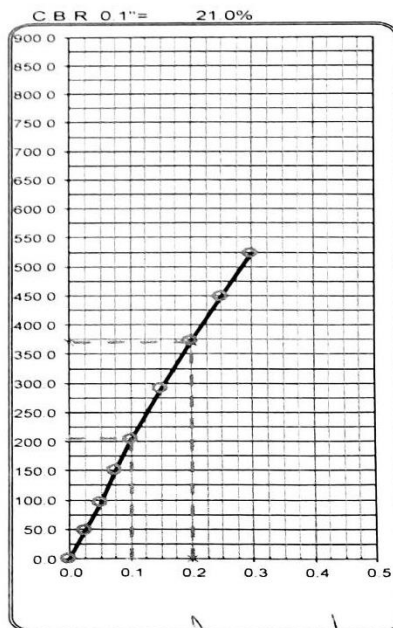
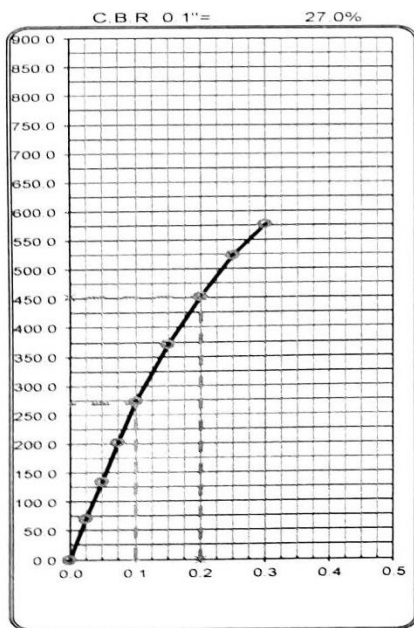
TEC. RESP. K.P.M.
ING. RESP. ING° C.A.B.F.
FECHA 7/06/2021



C.B.R. 0.1" AL 100%	27.00%
C.B.R. 0.1" AL 96% M.D.S.	23.20%

MAX. DENSIDAD SECA	1.97	gr/cm ³
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	8.00	%

LEYENDA — — — CURVA A 0.1"



[Handwritten signature and stamp]

CALICATA 2



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : "TESIS DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
 SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA : BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
 UBICACION : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRIKA - ILO
 MUESTRA : MATERIAL PROPIO
 CALICATA : C-2
 ESTRATO : ----
 PROG (Km) : ----
 PROF (m) : ----
 COORDENADA : 255033.00
 8048618.00

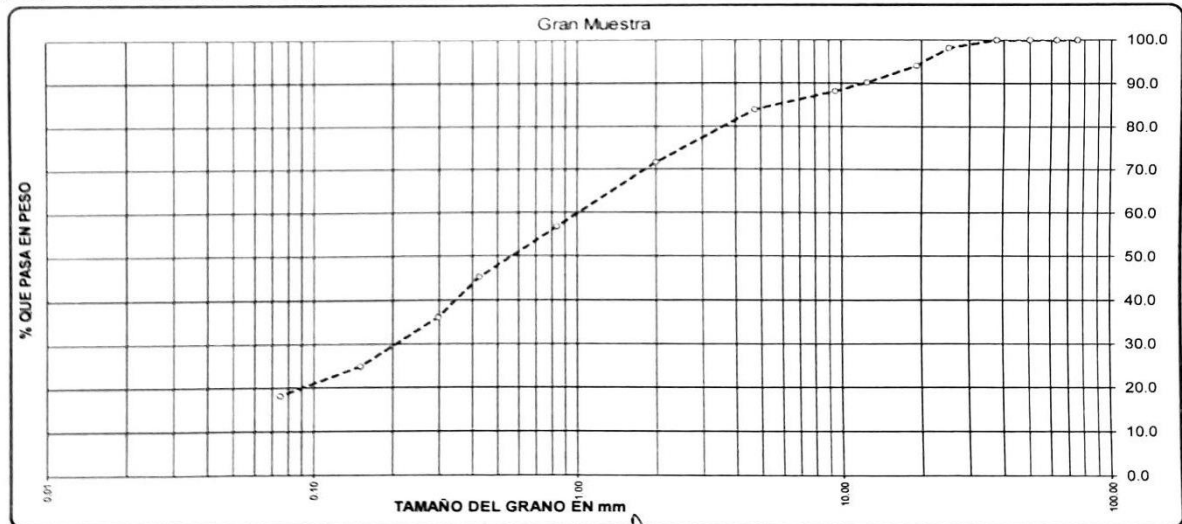
LADO : EJE
 E
 S

TEC. RESP. : P.C.T.
 ING. RESP. : C.A.B.F.
 FECHA : 6/06/2021

CLASIFICACION ASTM	TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACION-GRADACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0		Peso inicial : 6882.0 Grs
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0		Peso fracción : 790.0 Grs
		2"	50.000	0.0	0.0	100.0		Grava : 16.13 %
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0		Arena : 65.82 %
		1"	25.000	130.0	1.9	1.9	98.1	Fino : 18.05 %
	FINO	3/4"	19.000	285.0	4.1	6.0	94.0	W natural : 2.56 %
		1/2"	12.500	260.0	3.8	9.8	90.2	
		3/8"	9.500	145.0	2.1	11.9	88.1	
		No.04	4.750	290.0	4.2	16.1	83.9	
		No.10	2.000	115.0	12.2	28.3	71.7	
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.20	0.840	140.0	14.9	43.2	56.8	LIMITES DE CONSISTENCIA
		No.40	0.425	110.0	11.7	54.9	45.1	L.L. : 27.70 %
	MEDIA	No.60	0.297	85.0	9.0	63.9	36.1	L.P. : 22.90 %
		No.100	0.150	105.0	11.1	75.1	24.9	I.P. : 4.80 %
		No.200	0.075	65.0	6.9	82.0	18.0	Cc : 1.02
		<No.200		1.242.1	18.0	100.0	0.0	Cu : 27.71
								D60 : 1.15
						D30 : 0.22		
						D10 : 0.04		

CLASIFICACION : IG 0 SUCS SM AASHTO : A - 1 - b

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



* OBSERVACION :

(Handwritten signature and stamp)

LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)

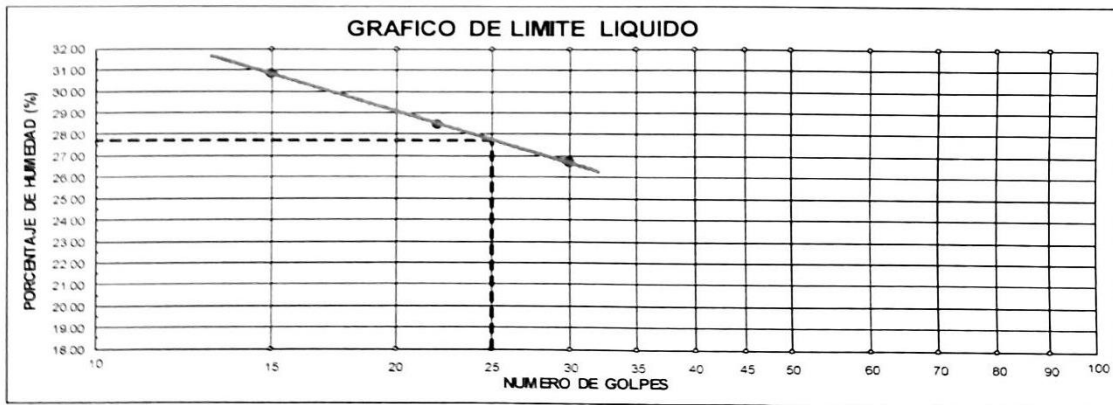
PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA : BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACION : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA RROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-2
ESTRATO : ----
PROG (Km) : ----
PROF (m) : ----

TEC. RESP P.C.T.
ING. RESP C.A.B.F.
FECHA 6/06/2021

LADO : EJE

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO		
01	Nº de Golpes	15	22	30
02	Tara Nº	Z-1	Q-9	F-4
03	Suelo Humedo + Tara	gr 41.25	40.10	38.50
04	Suelo Seco + Tara	gr 35.65	35.25	34.15
05	Peso del Agua	gr 5.60	4.85	4.35
06	Peso del Tarro	gr 17.50	18.21	17.86
07	Peso del Suelo Seco	gr 18.15	17.04	16.29
08	% de Humedad	% 30.85	28.46	26.70

DESCRIPCION		LIMITE PLASTICO		
01	Tara Nº	R-5	G-8	
02	Suelo Humedo + Tara	gr 30.21	29.15	
03	Suelo Seco + Tara	gr 28.05	27.34	
04	Peso del Agua	gr 2.16	1.81	
05	Peso del Tarro	gr 18.60	19.45	
06	Peso del Suelo Seco	gr 9.45	7.89	
07	% de Humedad	% 22.86	22.94	
LIMITE PLASTICO		22.90		



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
27.70	22.90	4.80



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(Método ASTM D-2216)

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA RROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-2
ESTRATO : ----
PROG (Km) : -----
PROF (m) : -----

TEC. RESP : P.C.T.
ING. RESP. : C.A.B.F.
FECHA : 6/06/2021

LADO : EJE

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL	
	T-4	D-1
N° de tara	T-4	D-1
Peso tara + suelo húmedo	415.5	427.5
Peso tara + suelo seco	405.0	417.0
Peso tara	0.0	0.0
Peso del agua	10.5	10.5
Peso suelo seco	405.0	417.0
Humedad (%)	2.6	2.5
Promedio		2.6



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

OBRA "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"

SOLICITANTE BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS

UBICACIÓN ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO

MUESTRA MATERIAL PROPIO

CALICATA C-2

ESTRATO -----

PROG (Km) -----

PROF (m). -----

LADO : EJE

TEC. RESP. P.C.T.

ING. RESP. C.A.B.F.

FECHA 6/06/2021

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

(Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	1,240.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.	755.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos		485.0		
Peso material seco	gr.	1,220.0		
Volúmen de masa		465.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.52		2.52
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.56		2.56
Peso Especifico aparente (base seca)		2.62		2.62
% Absorción		1.64		1.64

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso frasco + H2O	gr.			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.			
Peso material + H2O en el frasco	gr.			
Volúmen de masa + volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN
ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-2
ESTRATO : _____
PROG (Km) : _____
PROF (m) : _____

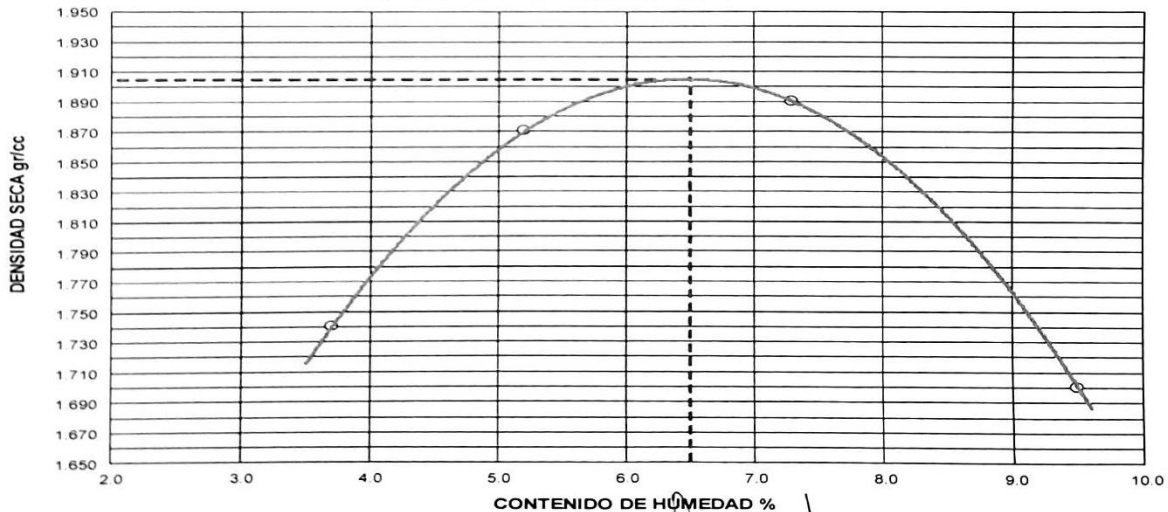
LADO : EJE

ING. RESP. : ING° C.A.B.F.
TEC° RESP. : W.W.P.
FECHA : 6/06/2021

ENSAYO N°	1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD				
Peso Molde+Suelo	9,145	9,510	9,640	9,280
Peso Molde	5,360	5,360	5,360	5,360
Peso Suelo Compactado	3,785	4,150	4,280	3,920
Volumen del Molde	2,108.00	2,108.00	2,108.00	2,108.00
Densidad Humeda	1.800	1.970	2.030	1.860
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	510.00	445.00	500.00	520.00
Suelo Seco + Recipiente	492.00	423.00	466.00	475.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	18.00	22.00	34.00	45.00
Peso de Suelo Seco	492.00	423.00	466.00	475.00
Contenido de Humedad	3.70	5.20	7.30	9.50
Densidad Seca	1.74	1.87	1.89	1.70

MAX. DENSIDAD SECA	CONT. OPTIMO DE HUMEDAD
1.905 gr/cm ³	6.50 %

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO

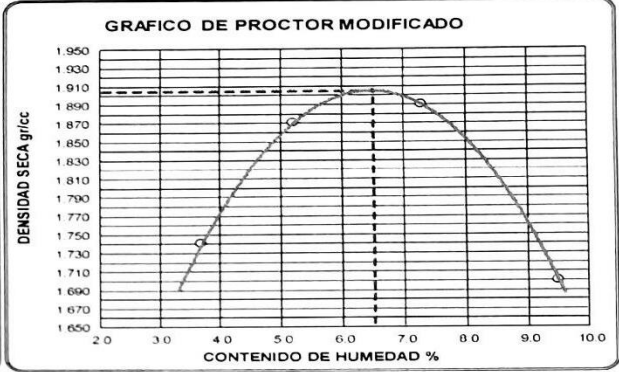


VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-2
ESTRATO : _____
PROG (Km) : _____
PROF (m) : _____

LADO : EJE

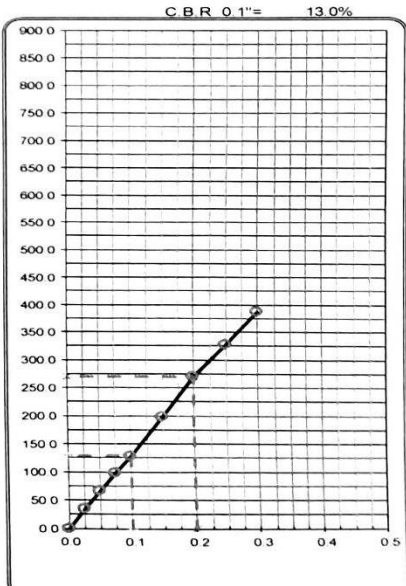
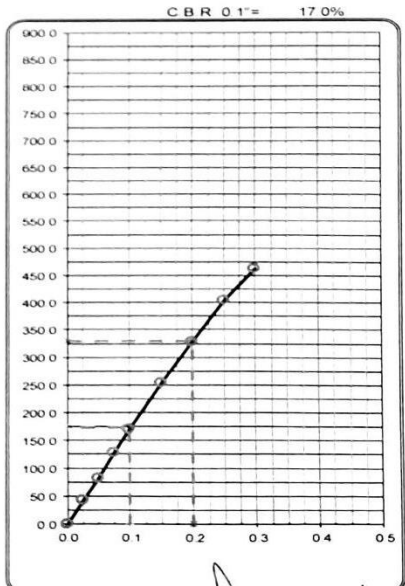
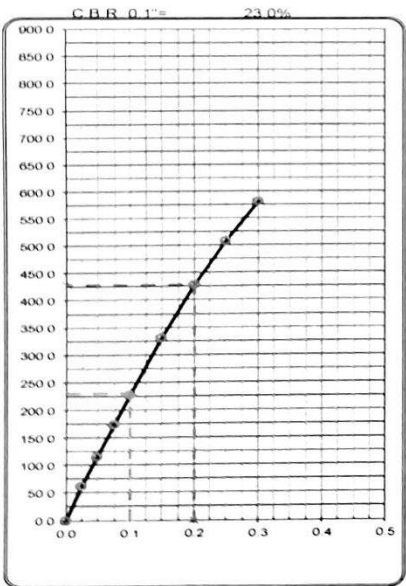
TEC. RESP W.W.P.
ING. RESP. ING° C.A.B.F.
FECHA 6/06/2021



C.B.R. 0.1" AL 100%	23.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	21.60%

MAX DENSIDAD SECA	1.905	gr/cm3
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	6.50	%

LEYENDA - - - CURVA A 0.1"



[Handwritten signature]

CALICATA 3



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concreto, Pavimentos y Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
 SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA : BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
 UBICACION : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
 MUESTRA : MATERIAL PROPIO
 CALICATA : C-3
 ESTRATO :
 PROG (Km) :
 PROF (m) :
 COORDENADA : 254677.00 8048451.00

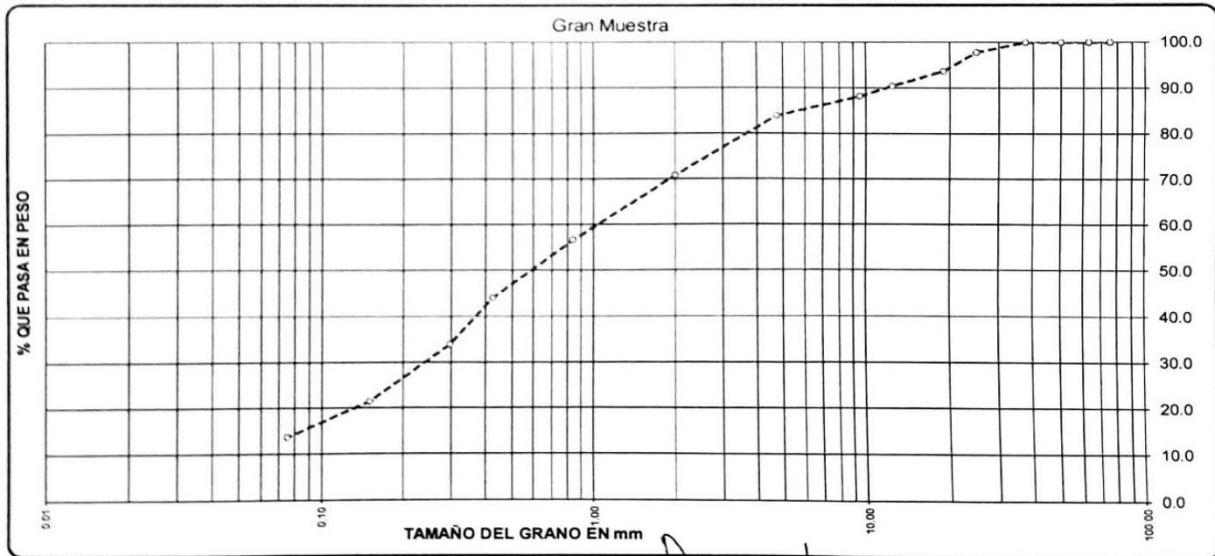
LADO : DERECHA

TEC. RESP. : P.C.T.
 ING. RESP. : C.A.B.F.
 FECHA : 5/06/2021

CLASIFICACION ASTM	TAMICES ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACION-GRADACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
GRAVA DE 4.75 mm @ 75.00 mm	GRUESO	3"	75.000	0.0	0.0	100.0		Peso Inicial : 6882.0 Grs
		2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0		Peso fracción : 705.0 Grs
		2"	50.000	0.0	0.0	100.0		Grava : 16.11 %
		1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0		Arena : 70.32 %
		1"	25.000	150.0	2.2	2.2	97.8	Fino : 13.56 %
	FINO	3/4"	19.000	280.0	4.1	6.2	93.8	W natural : 3.65 %
		1/2"	12.500	230.0	3.3	9.6	90.4	
		3/8"	9.500	154.0	2.2	11.8	88.2	LIMITES DE CONSISTENCIA
		No.04	4.750	295.0	4.3	16.1	83.9	L.L. : 27.56 %
		No.10	2.000	110.0	13.1	29.2	70.8	L.P. : 21.82 %
ARENA DE 0.075 mm @ 4.75 mm	GRUESA	No.20	0.840	120.0	14.3	43.5	56.5	I.P. : 5.74 %
		No.40	0.425	105.0	12.5	56.0	44.0	Cc : 0.97
	MEDIA	No.50	0.297	86.0	10.2	66.2	33.8	Cu : 22.41
		No.100	0.150	105.0	12.5	78.7	21.3	D60 : 1.26
		No.200	0.075	65.0	7.7	86.4	13.6	D30 : 0.26
		<No.200		933.5	13.6	100.0		D10 : 0.06

CLASIFICACION : IG 0 SUCS SM AASHTO : A-1-b

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



* OBSERVACION :

(Handwritten signature and stamp)
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, PAVIMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD
 C.A.B.F. N° 12345
 ILO, PERU



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

LIMITES DE CONSISTENCIA

(ASTM D-424)

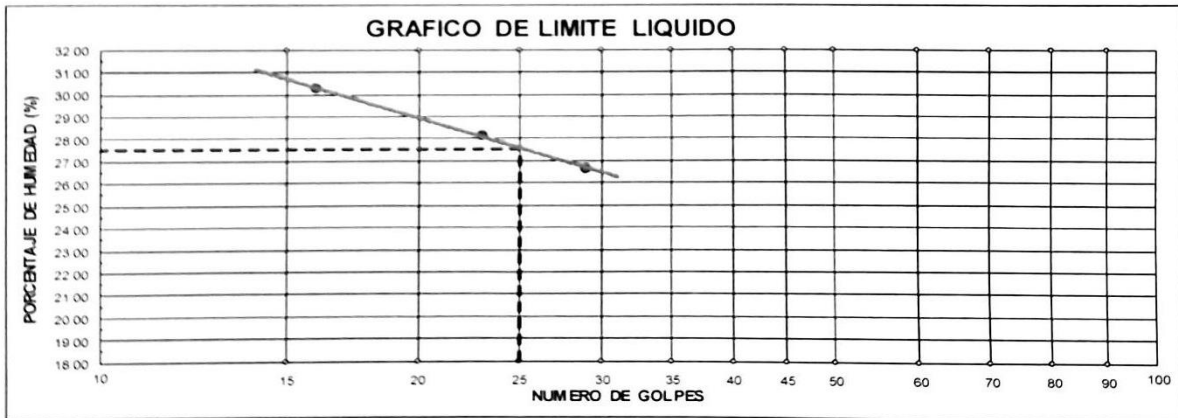
PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACION : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-3
ESTRATO : -----
PROG (Km) : -----
PROF (m) : -----

TEC. RESP P.C.T.
ING. RESP C.A.B.F.
FECHA 5/06/2021

LADO : DERECHA

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO		
01. N° de Golpes		16	23	29
02. Tara N°		F-6	V-2	W-6
03. Suelo Humedo + Tara	gr	40.25	41.60	39.82
04. Suelo Seco + Tara	gr	34.95	36.70	35.25
05. Peso del Agua	gr	5.30	4.90	4.57
06. Peso del Tarro	gr	17.45	19.30	18.10
07. Peso del Suelo Seco	gr	17.50	17.40	17.15
08. % de Humedad	%	30.29	28.16	26.65

DESCRIPCION		LIMITE PLASTICO	
01. Tara N°		Z-3	C-7
02. Suelo Humedo + Tara	gr	31.34	30.15
03. Suelo Seco + Tara	gr	29.02	28.18
04. Peso del Agua	gr	2.32	1.97
05. Peso del Tarro	gr	18.45	19.10
06. Peso del Suelo Seco	gr	10.57	9.08
07. % de Humedad	%	21.95	21.70
LIMITE PLASTICO		21.82	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
27.56	21.82	5.74



Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(Método ASTM D-2216)

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-3
ESTRATO : -----
PROG (Km) : -----
PROF (m) : -----

TEC. RESP P.C.T.
ING. RESP. C.A.B.F.
LADO : DERECHA **FECHA** : 5/06/2021

DESCRIPCION	HUMEDAD NATURAL		
N° de tara	A-6	S-2	
Peso tara + suelo húmedo	420.0	432.0	
Peso tara + suelo seco	405.0	417.0	
Peso tara	0.0	0.0	
Peso del agua	15.0	15.0	
Peso suelo seco	405.0	417.0	
Humedad (%)	3.7	3.6	
Promedio		3.7	



**Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad**

OBRA "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"

SOLICITANTE BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS

UBICACIÓN ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO

MUESTRA MATERIAL PROPIO

CALICATA C-3

ESTRATO -----

PROG (Km) -----

PROF (m) -----

LADO : DERECHA

TEC. RESP. P.C.T.
ING. RESP. C.A.B.F.
FECHA 5/06/2021

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

(Método ASTM C-128 , C - 127)

AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		01	02	03
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.	985.0		
Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	gr.	602.0		
Volúmen de masa + Volúmen de vacíos		383.0		
Peso material seco	gr.	972.0		
Volúmen de masa		370.0		
Peso Especifico Bulk (base seca)		2.54		2.54
Peso Especifico Bulk (base saturada)		2.57		2.57
Peso Especifico aparente (base seca)		2.63		2.63
% Absorción		1.34		1.34

AGREGADO FINO				
DESCRIPCION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	gr.			
Peso frasco + H2O	gr.			
Peso frasco + H2O + Material Saturado Sup. Seca	gr.			
Peso material + H2O en el frasco	gr.			
Volúmen de masa + volúmen de vacíos				
Peso material seco	gr.			
Volúmen de masa				
Peso Especifico Bulk (base seca)				
Peso Especifico Bulk (base saturada)				
Peso Especifico aparente (base seca)				
% Absorción				



GEOPOL E.I.R.L.
Laboratorio de Mecánica de Suelos,
Concretos, Pavimentos y Control de Calidad

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557-91 - NTP 339.141

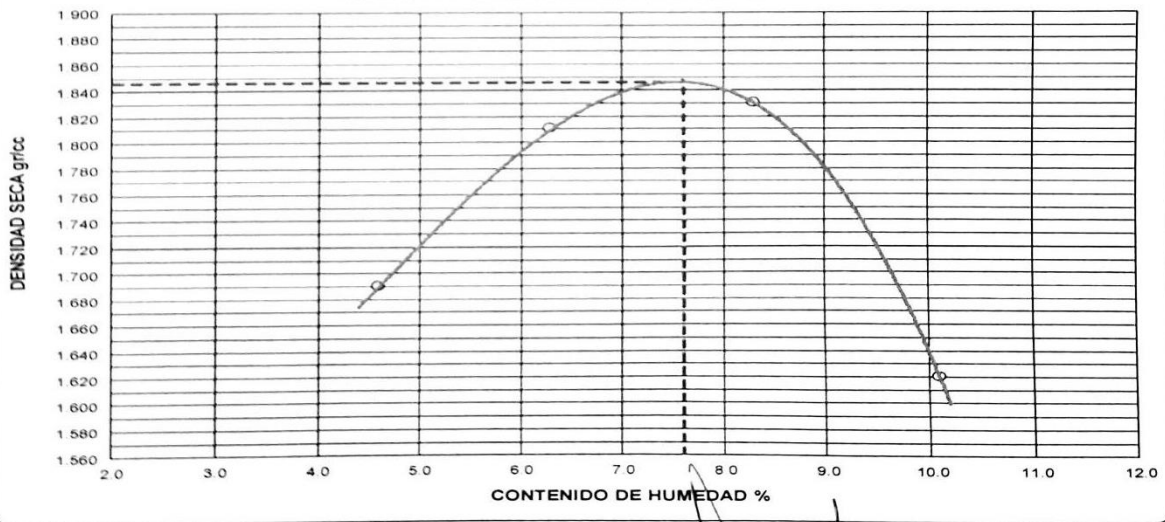
PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSI SALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-3
ESTRATO : _____
PROG (Km) : _____
PROF (m) : _____

ING. RESP. : ING° C. A. B. F.
TEC° RESP. : W. W. P.
FECHA : 5/06/2021

LADO : DERECHA

ENSAYO N°	1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD				
Peso Molde+Suelo	9,085	9,410	9,530	9,105
Peso Molde	5,360	5,360	5,360	5,360
Peso Suelo Compactado	3,725	4,050	4,170	3,745
Volumen del Molde	2,108.00	2,108.00	2,108.00	2,108.00
Densidad Humeda	1.770	1.920	1.980	1.780
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Suelo Humedo + Recipiente	502.00	510.00	485.00	490.00
Suelo Seco + Recipiente	480.00	480.00	448.00	445.00
Peso Recipiente	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Agua	22.00	30.00	37.00	45.00
Peso de Suelo Seco	480.00	480.00	448.00	445.00
Contenido de Humedad	4.60	6.30	8.30	10.10
Densidad Seca	1.69	1.81	1.83	1.62
MAX. DENSIDAD SECA		CONT. OPTIMO DE HUMEDAD		
1.846 gr/cm3		7.60 %		

GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO



W. W. P.

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(ASTM D-1883)

PROYECTO : TESIS. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO-93
 SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA : BACH. ESTEYSIBELÉN PACSISALAS
 UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
 MUESTRA : MATERIAL PROPIO
 CALICATA : C-3
 ESTRATO : _____
 PROG (Km) : _____
 PROF (m) : _____

LADO : DERECHA

TEC. RESP. : W.W.P.
 ING. RESP. : ING° C.A.B.F.
 FECHA : 05/06/21

Molde N°		29		1		18
Capa N°		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Condición de la muestra		SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR
Peso molde + suelo húmedo	gr.	12260		11130		10650
Peso del molde	gr.	7730		7315		7325
Peso del suelo humed	gr.	4530		3815		3325
Volúmen del molde	cc.	2265		2185		2180
Densidad Humeda	gr./cc	2		1.75		1.53
Humedad	%	7.90		7.90		7.90
Densidad seca	gr./cc	1.850		1.620		1.420
Tarro N°		1		2		3
Tarro suelo humedo	gr.	506.0		490.0		485.0
Tarro suelo seco	gr.	469.0		454.0		449.5
Agua	gr.	37.0		36.0		35.5
Peso del Tarro	gr.	0.0		0.0		0.0
Peso del suelo seco	gr.	469.0		454.0		449.5
Humedad	%	7.9		7.9		7.9
Promedio de la humed:	%	7.9		7.9		7.9

ENSAYO EXPANSION

LECTURA DE EXPANSION	FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION		
					m.m.		%		m.m.		%		m.m.		%

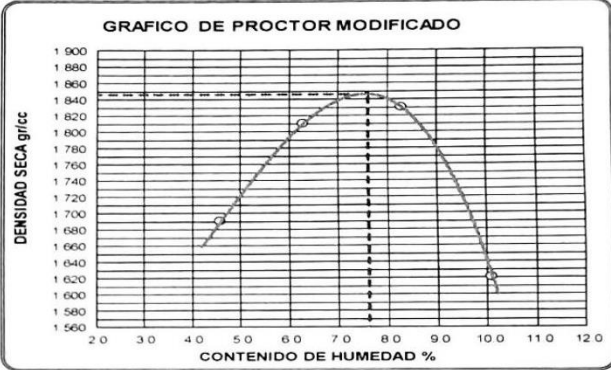
PENETRACION

PENETRACION			Carga Stand.	Lectura				Lectura				Lectura			
Tiempo	mm	plg		Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%	Dial (div.)	Libras	Lb/pulg3	%
30"	0.064	0.025		165	165	55.0		116	115	38.0		95	95	32.0	
1'	0.127	0.050		305	305	102.0		225	225	75.0		175	175	58.0	
1' 30"	0.191	0.075		438	438	146.0		350	350	117.0		270	270	90.0	
2'	0.254	0.100	1000.0	595	595	198.0	20.0	470	470	157.0	16.0	360	360	120.0	12.0
3'	0.381	0.150		845	845	282.0		690	690	230.0		635	635	178.0	
4'	0.508	0.200	1500.0	1060	1060	353.0	24.0	945	945	315.0	21.0	725	725	242.0	16.0
5'	0.635	0.250		1245	1245	415.0		1185	1185	395.0		910	910	303.0	
6'	0.762	0.300		1385	1385	462.0		1385	1385	462.0		1085	1085	362.0	

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

PROYECTO : "TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRANSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO-93"
SOLICITANTE : BACH. CHRISTIAN MOISES CASTRO HUANCA ; BACH. ESTEYSI BELEN PACSISALAS
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA - PAMPA INALAMBRICA - ILO
MUESTRA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : C-3
ESTRATO : _____
PROG (Km) : _____
PROF (m) : _____

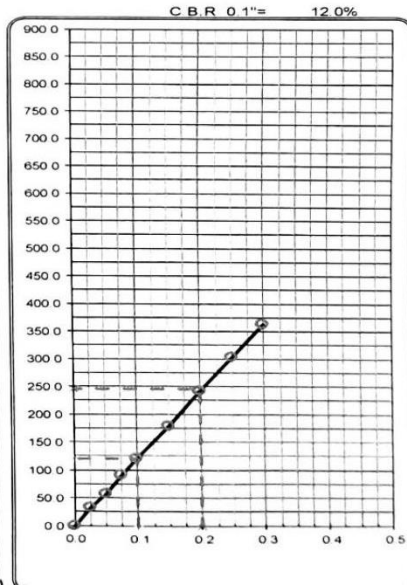
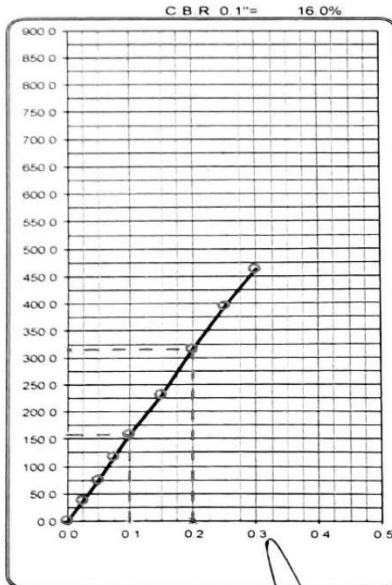
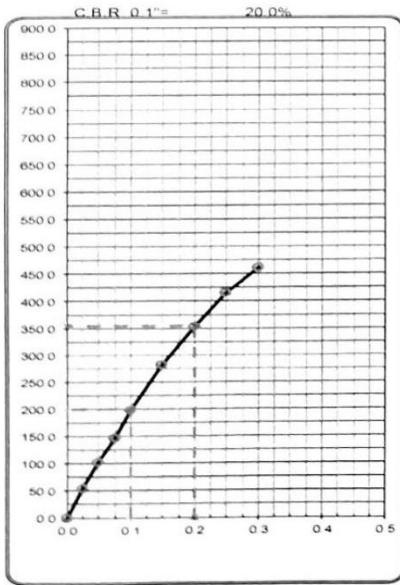
LADO : DERECHA
TEC. RESP W.W.P.
ING. RESP. ING° C.A.B.F.
FECHA 5/06/2021



PARAMETROS DE C.B.R.	
C.B.R. 0.1" AL 100%	20.00%
C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S.	18.50%

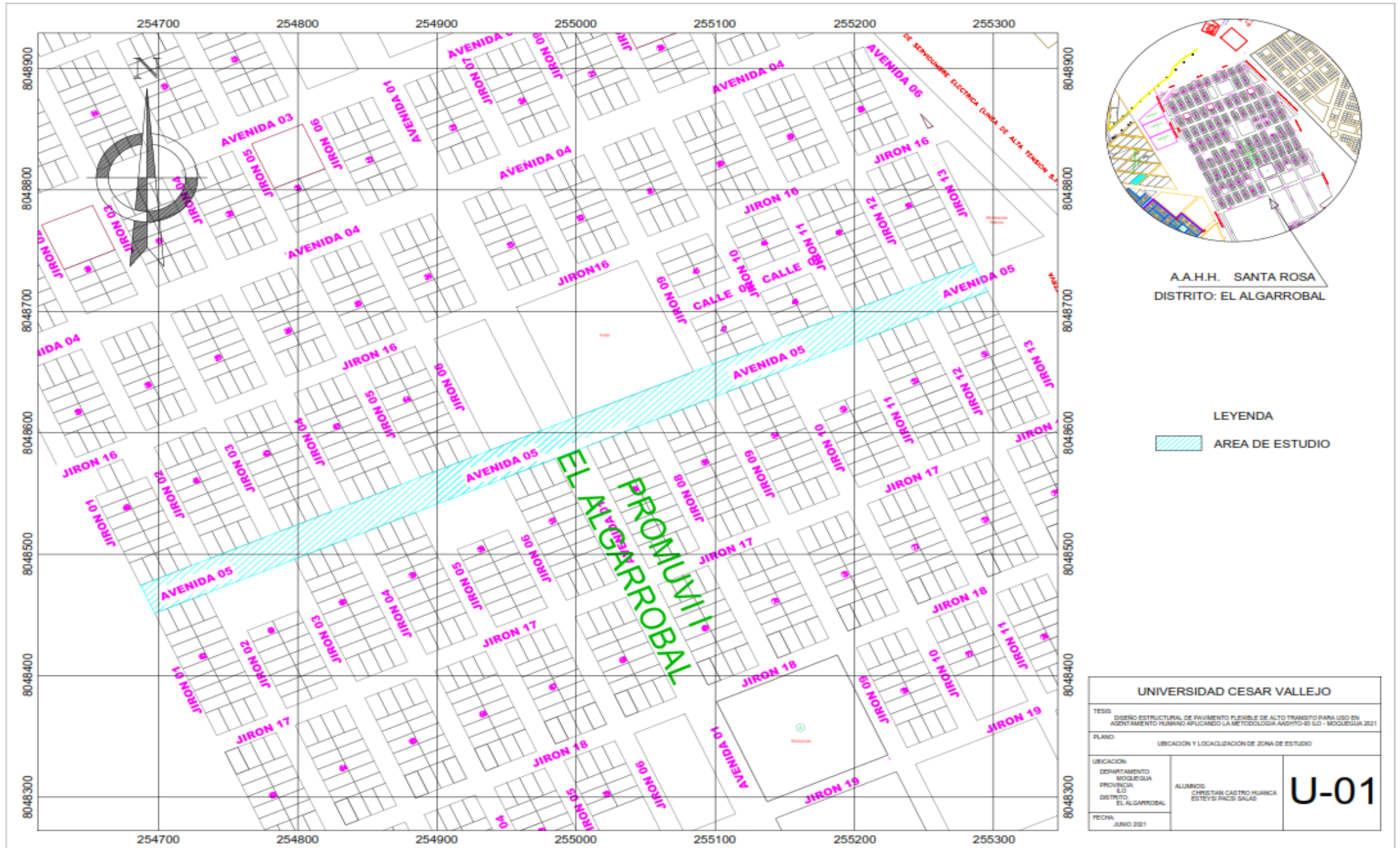
PARAMETROS DE PROCTOR MODIFICADO	
MAX. DENSIDAD SECA	1.846 gr/cm ³
CONT. OPTIMO DE HUMEDAD	7.60 %

LEYENDA - - - CURVA A 0.1"

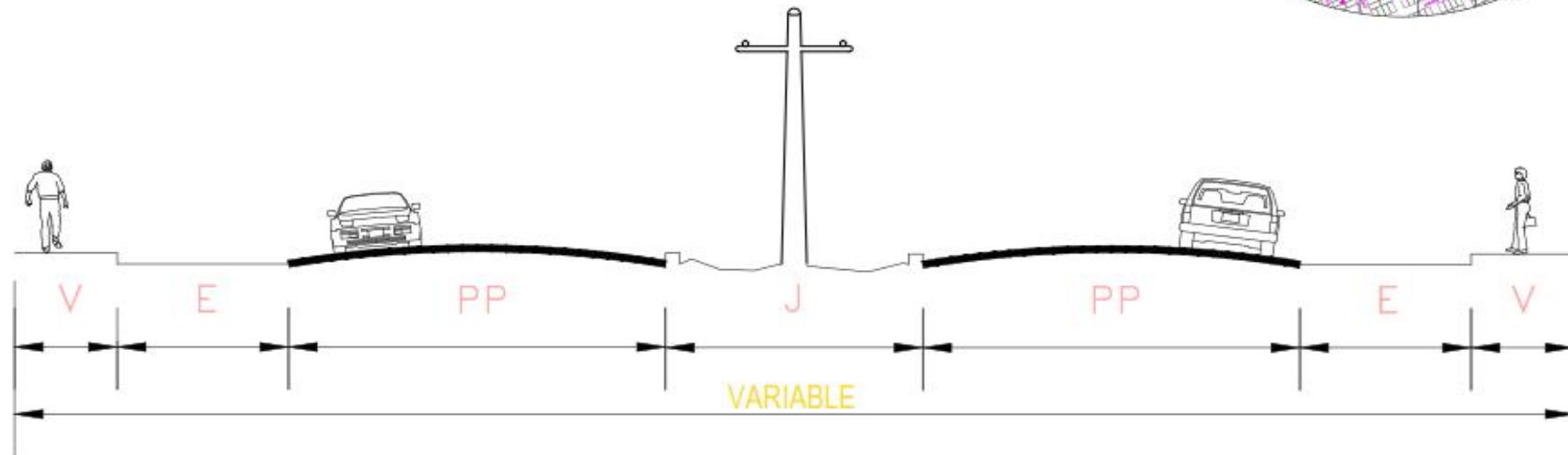
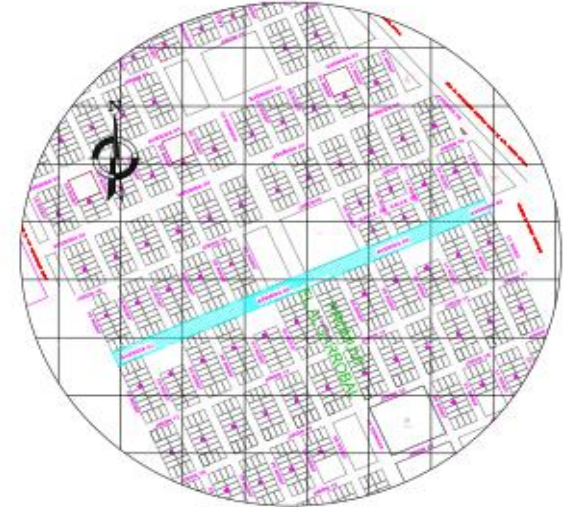
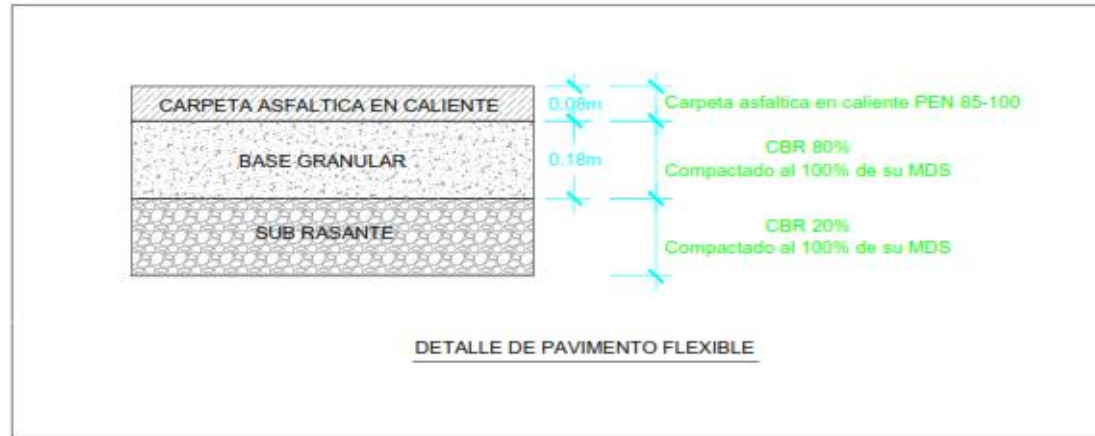


W.W.P.
 C.A.B.F.

Anexo 8. Plano de ubicación y localización del pavimento flexible



Anexo 9. Plano de detalles del pavimento flexible



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
<small> TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE ALTO TRÁNSITO PARA USO EN ASENTAMIENTO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGÍA AASHTO-93 ILO - MECQUEGUA 2021 </small>		
<small> PLANO: DETALLE PAVIMENTO FLEXIBLE </small>		
<small> UBICACION: DEPARTAMENTO: PROVINCIA: DISTRITO: </small>	<small> ALUMNO: CHRISTIAN CASTRO HUMANA ESTE YSI RACI SALAS </small>	D-01
<small> FECHA: JUNIO 2021 </small>		