

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA
AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA
LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES**

AUTORES: Br. MANAYAY RIVAS LENIN ALEXANDER
Br. MUDARRA VILCA ROBERT IRVING

ASESOR: Ing. BURGOS SARMIENTO TITO ALFREDO

TRUJILLO - PERÚ

2018

**“ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO
DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA
METODOLOGIA AASHTO 93”**

AUTORES:

Br. MANAYAY RIVAS LENIN ALEXANDER

Br. MUDARRA VILCA ROBERT IRVING MANUEL

JURADOS CALIFICADORES:

ING. LUJAN SILVA ENRIQUE

PRESIDENTE

ING. RODRIGUEZ RAMOS MAMERTO

SECRETARIO

ING. PAREDES ESTACIO JORGE LUIS

VOCAL

ING. BURGOS SARMIENTO TITO ALFREDO

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres Nelida Rivas y Alejandro Manayay, por quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a los dos.

Mis abuelos Felicita Pérez y Víctor Rivas, por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

Mis hermanos Brando y Josmar por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Todos mis amigos, Luis Ibáñez, Luis Coronel, Diego Rivas, Mijael Rivas, Jair Zubiaga, Pierre, por compartir los buenos y malos momentos.

Br. MANAYAY RIVAS LENIN ALEXANDER

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Genny.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su confianza y buena comprensión.

A mi padre Ulises.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por ayudarme en terminar algo que siempre soñé y por la confianza que siempre me brindo.

Br. MUDARRA VILCA ROBERT IRVING

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de tesis es el resultado de un esfuerzo en conjunto por lo que el agradecimiento es mutuo:

Agradecemos mucho a Dios por protegernos, guiarnos y darnos muchas fuerzas y sabiduría para superar las dificultades y obstáculos a lo largo de nuestra vida.

Agradecemos a nuestros familiares, especialmente a nuestros padres, por ser nuestra fuente de apoyo en toda nuestra vida y más aún en los difíciles y arduos años de estudios.

Agradecemos majestuosamente a nuestro Asesor de Tesis Ing. Tito A. Burgos Sarmiento por sus conocimientos, orientaciones, paciencia y buenos consejos que han sido fundamentales para la culminación de nuestro proyecto de investigación.

Agradecemos a la Municipalidad Distrital de Huanchaco por su apoyo en la etapa preliminar del estudio de la tesis; por brindarnos las facilidades para obtener información para el desarrollo del proyecto.

Agradecemos a los jurados, por las recomendaciones y críticas constructivas para mejorar nuestra tesis.

Agradecemos a los Docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por brindarnos los conocimientos y asesoramiento durante nuestros años de estudio de nuestra carrera profesional y forjarnos como Ingenieros Civiles UPAO.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPITULO I. MARCO METODOLÓGICO	1
1. EL PROBLEMA:	2
1.1. Descripción del Problema:	2
1.2. Delimitación del problema.	3
1.3. Formulación del Problema.	4
1.4. Objetivo General	4
1.5. Objetivo Específico	4
1.6. Justificación de la Investigación	5
CAPITULO II. MARCO TEORICO	6
2. MARCO TEORICO.	7
2.1. Antecedentes de la Investigación	7
2.2. Definiciones Generales.	9
2.3. Bases Teóricas	15
2.4. Hipótesis.	43
2.5. Variables.	43
2.6. Operacionalización de Variables.	43
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS.....	46
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.1. Tipo de Investigación	47
3.2. Población y Muestra	48
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recoleccion de Datos.	48
3.4. Descripción del Procedimiento para el Desarrollo.	49
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	51
4. ASPECTOS GENERALES	52

4.1. Características Locales	52
4.2. Estudio Topográfico.....	57
4.3. Estudio de Mecanica de Suelos.....	62
4.4. Estudio de Tráfico Vehicular.	67
4.5. Diseño de Pavimento Flexible en Caliente según Metodología AASHTO 93... 75	75
4.6. Resultados Finales de Diseño	84
4.7. Diseño de Señalización Vial.....	109
CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	119
DISCUSION DE RESULTADOS	120
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES.....	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXOS	128
ANEXOS N°1	129
ANEXOS N°2	157
ANEXOS N°3	162
ANEXOS N°4.....	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Transitabilidad.	35
Tabla 02. Operacionalización de la variable dependiente.	44
Tabla 03. Operacionalización de la variable independiente.	45
Tabla 04. Acceso a la Zona de Proyecto.	57
Tabla 05. Relación de Materiales.	59
Tabla 06. Bms.	60
Tabla 07. Area del Terreno.	60
Tabla 08. Coordenada, Cota Punto Inicial y Final.	61
Tabla 09. Resumen del Ensayo de Suelos - CBR.	66
Tabla 10. Estación de Control.	68
Tabla 11. Transito Actual.	69
Tabla 12. Cuantificación del Tráfico.	71
Tabla 13. Proyección del Trafico por Año – Sin Proyecto.	72
Tabla 14. Proyección del Trafico por Año – Con Proyecto.	72
Tabla 15. Calculo del Numero de Ejes Equivalentes (EAL).	73
Tabla 16. Numero de Repeticiones Acumuladas de EE.	79
Tabla 17. Requerimiento Granulometrico para Sub-Base Granular.	81
Tabla 18. Valor Relativo de Soporte - CBR.	81
Tabla 19. Requerimiento Agregado Grueso.	82
Tabla 20. Requerimiento Agregado Fino.	82
Tabla 21. Requerimiento Granulometrico para Sub-Base Granular.	83
Tabla 22. Diseño de Ejes Equivalentes (EAL).	84
Tabla 23. Factor Carril.	85
Tabla 24. Mr en Función a la Correlación del CBR.	87
Tabla 25. Coeficiente estadístico de la desviación estándar Normal (Z_R) Para una sola etapa de diseño (10 0 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tránsito.	88
Tabla 26. Coeficiente estadístico de la desviación estándar Normal (Z_R) Para dos etapas de diseño de 20 años c/u Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tránsito.	89
Tabla 27. Indice de Serviabilidad Inicial (P_o).	90
Tabla 28. Indice de Final (P_t).	91
Tabla 29. Variación del Indice de Serviabilidad (PSI).	92
Tabla 30. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico.	93
Tabla 31. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para dos etapas de diseño 10 años c/u según rango de Tráfico.	94
Tabla 32. Coeficiente a_1	101
Tabla 33. Coeficiente $a_2 - a_3$	102
Tabla 34. Requerimiento Granulometrico.	106
Tabla 35. Requerimientos Granulometricos.	107
Tabla 36. Método de Marshall.	107
Tabla 37. Señalización Vertical Ida.	111
Tabla 38. Señalización Vertical Vuelta.	112

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 01. Delimitacion de Huanchaco.....	3
Figura 02. Relación de Rodamiento California - CBR.....	30
Figura 03. Ejemplo de señales de regulación.....	37
Figura 04. Ejemplo de señales preventivas.....	38
Figura 05. Ejemplo de postes de kilometraje.....	39
Figura 06. Ejemplo de señales de localización.....	39
Figura 07. Región La Libertad.....	52
Figura 08. Trujillo.....	52
Figura 09. Limites de Huanchaco.....	53
Figura 10. Micro Localización – Av. Aeropuerto.....	54
Figura 11. Cobertura Agua Potable según registros 2011.....	56
Figura 12. Planta General y Topografía.....	57
Figura 13. Relación de Ensayos.....	64
Figura 14. Trafico Aéreo.....	67
Figura 15. Formula Metodo AASHTO 93.....	76
Figura 16. Formula Número Estructural.....	76
Figura 17. Ecuación de Calculo de Ejes Equivalentes.....	77
Figura 18. CBR de Diseño.....	78
Figura 19. Catálogo de Capas de Afirmando.....	80
Figura 20. Procedimiento para determinar Espesores.....	95
Figura 21. Nomograma para Calcular el Coeficiente Estructural de la Sub Base.....	97
Figura 22. Nomograma para Calcular el Coeficiente Estructural de la Base.....	98
Figura 23. Nomograma para Calcular los Coeficiente de SN.....	99
Figura 24. Determinación de Espesores.....	100
Figura 25. Espesores del Pavimento Flexible Según la Metodología AASHTO 93.....	104

RESUMEN

La presente tesis denominada: “Estudio De Transitabilidad Vial en la Avenida Aeropuerto, Distrito de Huanchaco, Trujillo - La Libertad, Aplicando la Metodología AASHTO 93” fue desarrollada con el objetivo de diseñar el pavimento flexible de toda Avenida Aeropuerto en el distrito de Huanchaco, que permita beneficiar a los pobladores, a los conductores, vehiculares y peatonales.

Uno de los problemas más graves y con mayor urgencia a resolver, es el caos vehicular por falta de una buena pavimentación. Caos generador de consecuencias nefastas como el incremento de la contaminación, serios daños a nuestra salud, el aumento del índice de mortalidad y pérdida económica debido al tiempo que desperdiciamos.

Por lo que esta investigación tiene como finalidad mejorar la situación actual de la Avenida Aeropuerto, ya que de esta manera se evitaban todo tipo de accidentes de tránsito y a la vez se optimizaran los tiempos de recorrido de los vehículos, teniendo en cuenta que la zona de estudio empieza desde el Ovalo Huanchaco hasta el Aeropuerto Internacional Capitán FAP Carlos Martínez de Pinillos, en la que tiene que estar buenas condiciones ya que diariamente llegan turistas nacionales e internacionales.

Esta tesis está desarrollada por capítulos en los cuales se formula un problema y una alternativa de solución a partir de la realidad problemática de la zona de estudio; se plantea hacer el estudio de la transitabilidad vial abarcando los puntos de realizar el diseño del pavimento flexible según la metodología AASHTO 93, el diseño geométrico y diseño de señalización vial para la solución del planteamiento del problema.

Palabras claves: *Transitabilidad vial, pavimento flexible, avenida aeropuerto, accidentes de tránsito, metodología AASHTO 93, diseño geométrico, diseño de señalización vial.*

ABSTRACT

The present thesis denominated: "Study of Road Transitability in the Airport Avenue, District of Huanchaco, Trujillo - La Libertad, Applying the Methodology AASHTO 93" was developed with the objective of designing the flexible pavement of all Airport Avenue in the district of Huanchaco, that allows to benefit the residents, drivers, vehicles and pedestrians.

One of the most serious problems and with more urgency to solve, is the vehicular chaos for lack of a good paving. Chaos generator of dire consequences such as increased pollution, serious damage to our health, increased mortality rate and economic loss due to time wasted.

Therefore, this research aims to improve the current situation of Avenue Airport, since this way they will avoid all types of traffic accidents and at the same time optimize the travel times of the vehicles, taking into account that the study starts from the Huanchaco Oval to the Captain FAP Carlos Martínez de Pinillos International Airport, which has to be in good condition as national and international tourists arrive daily.

This thesis is developed by chapters in which a problem is formulated and an alternative solution based on the problematic reality of the study area; It is proposed to study the road traffic, covering the points of making the flexible pavement design according to the AASHTO 93 methodology, the geometric design and road signaling design for the solution of the problem approach.

Keywords: *Road traffic, flexible pavement, airport avenue, traffic accidents, AASHTO 93 methodology, geometric design, road signage design.*

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1. PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La vía que vincula Trujillo con el Aeropuerto de Huanchaco actualmente, no presenta condiciones de transitabilidad adecuadas para el flujo vehicular y peatonal en crecimiento, por las perspectivas de desarrollo económico y turístico de la ciudad de Trujillo, por lo que se hace necesario realizar el Estudio de transitabilidad consiguiente.

Para obtener adecuadamente un estudio de transitabilidad, se debe realizar los estudios de suelos con fines de pavimentación, el cual se realiza con la finalidad de efectivizar el periodo para el cual será diseñado y de esta forma evitar complicaciones durante el tiempo de servicio de estos, un buen estudio vial reduce de gran manera la aparición de inconvenientes durante la vida útil del pavimento.

Actualmente la infinita variedad de fallas superficiales con que él se ve obligado a tratar, cualquier intento de sistematizar su estudio debe ir acompañado de la necesidad de establecer sistemas apropiados de transitabilidad vial.

La zona de estudio a intervenir es en el distrito de Huanchaco, donde actualmente existe red de agua y desagüe, servicios de energía eléctrica, telefonía, medios de comunicación; pero se pudo percibir problemas que afectan a la transitabilidad vial, como son: estado deplorable de la infraestructura vial, carencia de señalización vial, entre otros; generando incomodidad y falta de seguridad a los conductores vehiculares y peatonales. El punto inicial de estudio comienza desde el ovalo Huanchaco hasta el Aeropuerto Internacional Capitán FAP Carlos Martínez de Pinillos, en la que tiene que estar en óptimas condiciones ya que es una vía vehicular transitada por turistas nacionales e internacionales que llegan diariamente.

El estudio de transitabilidad vial propuesto, será mediante la metodología AASHTO 93, en la que cumpla con las solicitudes requeridas para determinada vía, un diseño geométrico vial urbano y de señalización vial, los cuales serán motivo de desarrollo en la formulación del presente trabajo.

1.2 Delimitación del problema

El presente estudio se realizará en el Distrito de Huanchaco en la que se encuentra delimitada, entre los siguientes sectores:

Norte	: AA.HH. Villa Aeropuerto
Sur	: AA.HH. Bello Horizonte
Oeste	: AA.HH. Las Lomas
Este	: AA.HH. Ramón Castillas

La vía a intervenir es la Avenida Aeropuerto, el punto inicial de estudio comienza desde el ovalo Huanchaco hasta el Aeropuerto Internacional Capitán FAP Carlos Martínez de Pinillos.

FIGURA 01 - Delimitación De Huanchaco



Fuente: Google Maps

1.3 Formulación del Problema

¿En qué medida la mejora de la transitabilidad vial en la Avenida Aeropuerto, distrito de Huanchaco, impacta en la durabilidad ya que actualmente no presenta condiciones adecuadas para un flujo vehicular y peatonal en crecimiento por las perspectivas de desarrollo económico y turístico en la ciudad de Trujillo?

1.4 Objetivo General

- Elaborar el estudio de transitabilidad vial en la Avenida Aeropuerto, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo - La Libertad, aplicando la metodología AASHTO 93.

1.5 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de tráfico como variable esencial, ya que con los datos obtenidos se elaborará el perfil geométrico y la proyección futura de la carga vehicular de acuerdo a la valoración de los ejes equivalentes que transitarán sobre la vía de la Avenida Aeropuerto.
- Realizar el estudio de suelos con fines de pavimentación para conocer el perfil estratégico, la densidad, capacidad estructural de la subrasante CBR y clasificación de los suelos de la zona de estudio.
- De acuerdo con los resultados del estudio de suelo y tránsito vehicular determinar los parámetros de diseño para el pavimento según el Método AASHTO 93.
- Determinar los espesores para las diferentes capas que componen el pavimento según los resultados obtenidos de acuerdo al Método AASHTO 93.
- Comparar las diferentes tablas y gráficos brindadas por el Método AASHTO 93 y adaptadas en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Elaborar el diseño de Señalización Vial de la zona de estudio.

- Elaborar el Diseño Geométrico de vías urbanas, utilizando programas de Ingeniería.

1.6 Justificación de la investigación

- Este proyecto de tesis se justifica académicamente porque permite aplicar procedimientos y metodologías aprendidas en el curso de Caminos, Pavimentos e Ingeniería de Tránsito para enfocar la problemática presentada aplicando metodologías AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y Normas de Señalización Vial.
- Técnicamente se justifica porque permite aplicar la metodología AASHTO 93 para el diseño de las capas del pavimento; considerando que se requiere de una solución ajustada a los estándares técnicos, lo cual se puede obtener por medio de la aplicación de este método de alta aceptación en las normas peruanas. También un diseño geométrico adecuado realizando la comparación de Normas, Manuales e incluso con apoyo de Programas de Ingeniería para el cumplimiento de los estudios necesarios.
- Socialmente se justifica por la necesidad de brindar estructuras viales y señalización en óptimas condiciones a los pobladores de la zona, ya que de esta manera se evitarán todo tipo de accidentes de tránsito y a la vez se optimizarán los tiempos de recorrido de los vehículos, teniendo en cuenta que la vía que vincula Trujillo con el Aeropuerto de Huanchaco actualmente no presenta condiciones de transitabilidad vial adecuada para el flujo vehicular y peatonal en crecimiento por las perspectivas económicas y turísticas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Habiendo realizado una pesquisa bibliográfica, por medio del banco de tesis realizadas a nivel nacional e internacional vía web, se encontró información relevante relacionada al tema de la investigación, de lo cual destaca lo siguiente:

- Chávez Fernández Eligio, Carrasco Guzmán Ghissela - (Tesis - 2013) **“Diseño del pavimento Flexible de la carretera baños del Inca, Otuzco, Provincia de Cajamarca usando método AASHTO”**:

Propone como objetivo: Realizar el diseño de la estructura del pavimento flexible bajo los métodos propuestos analizando información existente requerida para el desarrollo del diseño.

Se concluyó que la mejor metodología para la zona es el Método del Instituto del Asfalto debido que se optimizaron los espesores definidos por el Método AASHTO 93 y se validó el cumplimiento de los parámetros establecidos.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación se puede apreciar que el análisis de costos realizado para el pavimento flexible, ya que nos brinda un método guía muy completo.

- Cedeño Cevallos, Jimmy Antonio - (Tesis - 2014) **“Propuesta de metodología complementaria a los diseños de pavimentos según AASHTO 93”**:

Guayaquil – Ecuador

Propone como objetivo: Una propuesta todo esto a partir del diseño propio del pavimento que se pondrá en obra y que requiere que las condiciones idealizadas por el ingeniero diseñador se representen de la manera más fiel en el campo.

El método de diseño AASHTO 93 para pavimentos flexibles, es un método empírico muy utilizado para el diseño gracias a que permite

la consideración de muchas de las variables que intervienen en la interacción del pavimento con la carga producida por tránsito vehicular.

La calidad de los materiales, características del tráfico, condiciones ambientales, tipos y niveles de deterioro de la capa asfáltica por regiones en el Ecuador (Sierra, Costa, Amazonía en estudio) son distintas, lo que ocasiona que un solo modelo de diseño para todas las regiones no sea suficiente para representar de la manera más real lo que sucederá con la estructura del pavimento, necesitándose a nuestro juicio un análisis complementario.

- Susan Jackelin Gómez Vallejos - (Tesis - 2014) **“Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau - Trujillo - La Libertad”:**

Propone como objetivo: Realizar los estudios de mecánica de suelos y tráfico para poder determinar la estructura del pavimento flexible.

Su estudio concluyó que se encontró como material predominante una Arena Arcillosa y Arcilla de mediana plasticidad el cual dio como resultado un CBR de diseño de 8.20%, este valor es relativamente bajo debido al alto porcentaje de finos obtenido en la muestra.

El aporte principal al trabajo de investigación es el procedimiento que se utilizó en la tesis para el diseño de espesores de pavimentos y la estructura del pavimento flexible según la metodología AASHTO 93.

- Damián Inguil Katerin, Avalos Zavaleta Sonia - (Tesis - 2015) **“Investigación de las condiciones de transitabilidad vial de la avenida 12 de noviembre del centro poblado Alto Trujillo, Distrito del Porvenir, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad”:**

Propone como objetivo: Que el pavimento flexible incida de manera positiva en la transitabilidad vehicular.

Su estudio concluyó: En que al aplicar el diseño de pavimento flexible mejora el sistema de transitabilidad, salubridad ambiental y condiciones de vida.

El aporte principal es tener en cuenta la viabilidad al aplicar el diseño del pavimento flexible, costos de ejecución y generar mejor calidad de vida.

- Bermúdez Delfin Emma, Guzmán Díaz Zandy - (Tesis - 2016)
“Estudio de transitabilidad vial en las calles de la asociación pro vivienda Virgen del Rosario, Distrito de Ancón, Lima - Lima”:

Propone como objetivo: Diseñar el pavimento flexible en caliente de las calles la Asociación Pro Vivienda que permita beneficiar a los pobladores, a los conductores, vehiculares y peatonales.

Se concluyó que la mejor metodología para la zona es el Método AASHTO 93 y se validó el cumplimiento de los parámetros establecidos.

El aporte principal para nuestro proyecto de investigación se puede apreciar en la aplicación de la metodología AASHTO 93 y en los diseños geométricos.

2.2 Definiciones Generales

- Vía pública:** Se define como uso dotacional para la vía pública el de los espacios de dominio y uso público destinados a posibilitar el movimiento de los peatones, los vehículos y los medios de transporte colectivo de superficie habituales en las áreas urbanas, así como la estancia de peatones y el estacionamiento de vehículos en dichos espacios (Norma CE.010, 2010, p. 38)

- b. **Bombeo:** “Es la convexidad dada a la sección transversal de una vía para facilitar el drenaje de las aguas superficiales.” (Norma CE.010, 2010, p. 38)

- c. **Berma:** “Las áreas de la carretera, contiguas y paralelas a la carpeta o superficie de rodadura, que sirven de confinamiento a la capa de base y de zona de estacionamiento accidental de vehículos. (Coronado, 2002, p. 16)

- d. **Calzada o pista:** “Zona de la carretera destinada a la circulación de vehículos, con ancho suficiente para acomodar un cierto número de carriles para el movimiento de los mismos, excluyendo los hombros laterales.” (Coronado, 2002, p. 16)

- e. **Capacidad de la vía:** “Es el máximo número de vehículos de todos los tipos para los que la vía deberá ser diseñada geométricamente.” (Norma CE.010, 2010, p. 39)

- f. **Carril:** “Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos.” (Norma CE.010, 2010, p. 39)

- g. **Subrasante:** “Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.” (Coronado, 2002, p. 18)

- h. **Módulo resiliente:** “Es una relación que vincula las solicitaciones aplicadas y las deformaciones recuperables al suprimirse el estado de tensiones impuesto. “(Coronado, 2012, p. 75)

- i. **Serviciabilidad:** “La serviciabilidad de un pavimento se define como la idoneidad que tiene el mismo para servir a la clase

de tránsito que lo va a utilizar.” (Montejo, 2002, p. 265)

- j. Confiabilidad:** “Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño- comportamiento de un pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño.” (Montejo, 2002, p. 263)
- k. Coeficientes Estructurales:** “El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente, los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento.” (Montejo, 2002, p. 267)
- l. Coordenadas de Referencia para el Diseño:** Son las referencias ortogonales Norte – Sur adoptadas para elaborar los planos de topografía y de diseño del proyecto. (Norma CE.010, 2010)
- m. Periodo de diseño:** “Es el tiempo, normalmente expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento.” (Norma CE.010, 2010, p. 44)
- n. Sub-base:** “Es la capa de la estructura de pavimento que impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y, por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.” (Montejo, 2002, p. 14)

- o. Base:** “Es la capa de pavimento cuya función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.” (Montejo, 2002, p. 4)
- p. Superficie de rodadura:** “La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.” (Montejo, 2002, p. 4)
- q. Volumen de tránsito:** “Es el número de vehículos que circulan en ambas direcciones por una sección de vía durante un periodo específico de tiempo. Esto puede ser horario, diario, semanal, etc.” (Montejo, 2002, p. 18)
- r. Transito promedio diario:** “Es el volumen de tránsito durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días del período.

Abreviadamente se denota como TPD. Según el período utilizado para medir el volumen de tránsito, el TPD puede ser anual, mensual o semanal, denominándose TPDA, TPDM y TPDS, respectivamente”. (Montejo, 2002, p. 18)
- s. Transito existentes:** “Es aquel que presenta la vía antes de ser pavimentada”. (Montejo, 2002, p. 18)
- t. Transito atraído:** “Es el volumen de tránsito que, sin cambiar ni su origen ni su destino, puede ocupar la futura vía pavimentada como ruta alterna, afluyendo a ella a través de otras vías ya existentes”. (Montejo, 2002, p. 18)
- u. Transito generado en una vía nueva o mejorada:** “Es el volumen de tránsito que resulta como consecuencia del desarrollo

económico y social de la nueva zona de influencia”. (Montejo, 2002, p. 18)

- v. **Tránsito inducido:** “Es la suma del tránsito atraído y generado”. (Montejo, 2002, p. 19)
- w. **Nivel de servicio:** “Es una medida de la calidad del flujo de tránsito por la vía. Se cuantifica con una serie de factores tales como la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones de tránsito, la libertad de manejo, la seguridad y los costos de operación”. (Montejo, 2002, p. 19)
- x. **Volumen de servicio:** “Es el volumen de tránsito que le corresponde a cada nivel de servicio”. (Montejo, 2002, p. 19)
- y. **Capacidad:** “La capacidad de una vía o de un carril es el número máximo de vehículos que puede circular por una u otra durante un período de tiempo determinado sin que se presenten demoras ni restricciones en la libertad de movimientos de los vehículos. (Montejo, 2002, p. 19)
- z. **Intemperismo:** “Es la descomposición, desgaste, desintegración y destrucción de las rocas, como respuesta a su exposición a los agentes de la intemperie como, por ejemplo; agua, aire, variaciones de temperatura, acción de organismos. (Montejo, 2002, p. 21)
- aa. **Curva Vertical:** “Curva parabólica o similar en elevación que une las líneas rectas de las pendientes de un camino en el plano vertical”. (Manual de carreteras- Diseño geométrico-2013).
- bb. **Índice medio diario Anual (IMDA):** “Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de

factibilidad económica”. (Manual de carreteras- Diseño geométrico-2013).

cc. Volumen horario de diseño (VHD): “El patrón de tráfico en cualquier carretera, muestra una variación considerable en los volúmenes de tránsito, durante las distintas horas del día y de cada hora durante todo el año. El VHD deberá obtenerse a partir de un ordenamiento decreciente, de los mayores volúmenes horarios registrados a lo largo de todo un año. Al graficar estos valores se podrá establecer el volumen horario de demanda máxima normal. El volumen horario de proyecto corresponde a un porcentaje entre el 12% y el 18% del IMDA estimado para el año horizonte del proyecto”. (Manual de carreteras- Diseño geométrico-2013).

dd. Señalización: “La señalización vertical y horizontal correspondiente debe ser visible tanto de día como de noche, ello implica entre otros, que los materiales de las señales mantengan su diseño original y tengan mantenimiento periódico”. (Manual de Dispositivos de Control y Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2013)

ee. Señales Verticales: “Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos”. (Manual de Dispositivos de Control y Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2013)

ff. Dispositivo de Control - Semáforos: “Los semáforos son dispositivos de control mediante los cuales se regula el movimiento de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad de control”. (Manual de Dispositivos de Control y Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2013).

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Fundamentación Teórica De La Investigación

2.3.1.1 Pavimento:

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (Montejo, 2002, p. 4)

2.3.1.2 Función de un Pavimento:

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.

- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

2.3.1.3 Capas del Pavimento:

Por lo general está conformado por las siguientes capas: Base, Subbase y capa de rodadura. (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- abril 2014- p. 5)

- a. **Capa de Rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito. (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- abril 2014- p. 5)
- b. **Base:** Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas obsesionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR \geq 80%) o será tratada con asfalto, cal o cemento. (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- abril 2014- p. 5)
- c. **Sub-base:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de

material granular (CBR $\geq 40\%$) o tratada con asfalto.

2.3.2 Tipos de Pavimentos:

2.3.2.1 Pavimentos Semi-rígidos:

Este tipo de pavimento guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser; asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que se encarecerían notablemente los costos de construcción. (Montejo, 2002, p. 5)

2.3.2.2 Pavimentos Rígidos:

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido.

Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de su pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. (Montejo, 2002, p. 5)

Existen tres categorías:

- Pavimento de concreto simple con juntas.
- Pavimento de Concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

2.3.2.3 Pavimentos Articulados:

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento. (Montejo, 2002, p. 7)

2.3.2.4 Pavimentos Flexibles:

Estos pavimentos cuentan con una capa de rodamiento constituida por mezcla asfáltica. Se denomina pavimento flexible debido a la forma en que se transmiten las cargas desde la carpeta de rodadura hasta la subrasante. Debido a que el asfalto actúa más como un transmisor, estos pavimentos requieren un mayor número de capas intermedias entre la carpeta de rodadura y la subrasante.

Los pavimentos flexibles en su primera capa se conforman por una carpeta bituminosa (carpeta asfáltica que conforma arena gravosa y alquitrán), esta se encuentra apoyada sobre dos capas no rígidas, las cuales son la base y la sub-base. Cabe resaltar que cualquiera de estas dos capas puede prescindirse, dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Montejo, 2002, p.8)

2.3.2.4.1 Clasificación de capas y sus funciones:

a. Sub-rasante:

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. (Coronado, 2002, p.15).

b. Sub-base:

Es la capa de la estructura de pavimento cuya función principal es soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal forma que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones esenciales en dicho suelo que puedan perjudicar a la sub-base. La sub-base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. (Coronado, 2002, p.15).

Además, sirve como capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, de esta manera protegerá a la estructura del pavimento. Generalmente se utilizan materiales granulares para la conformación de esta capa.

Con lo referido a la capilaridad, en las épocas de heladas, se produce el fenómeno del hinchamiento del agua, este es causado por el congelamiento, esto originará fallas en el pavimento si no se contara con la presencia de una sub-base adecuada o una subrasante del mismo tipo. (Coronado, 2002).

c. Base:

Según Coronado (2002, p.4) “es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la sub-base y a través de ésta a la

subrasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura.” Los tipos de bases son las siguientes:

- **Base granular:**

“Material constituido por piedra de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno o bien por una combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural. Todos estos materiales deben ser clasificados para formar una base integrante de la estructura de pavimento. Su estabilidad dependerá de la graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, y todas estas propiedades dependerán de la proporción de finos con respecto al agregado grueso.” (Coronado, 2002, p. 16).

- **Base estabilizada:**

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno, mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia, para constituir una base integrante del pavimento destinado fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a la capa de sub-base. (Coronado, 2002, p. 16).

d. Superficie de rodadura:

Es la capa que se coloca sobre la base. Es la capa que aporta las características funcionales como impermeabilizar la superficie, evitando filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos. (Coronado, 2002, p.17).

2.3.3 Factores A Considerar En El Diseño De Pavimentos:

Si bien es cierto que estos factores se analizan a profundidad en el desarrollo de la tesis, es necesario realizar una descripción general:

2.3.3.1 El tránsito:

Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem o tridem) esperadas en el carril de diseño (el más solicitado, que determinara la estructura del pavimento de la carretera) durante el periodo del diseño adoptado. La repetición de las cargas del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zonas de frenado y aceleración), las velocidades de operación de los vehículos en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados, la canalización del tránsito, etc. (Montejo, 2002, p. 8)

2.3.3.2 La subrasante:

De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento flexible. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento - retracción). Los cambios de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar graves daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá

tomarse la precaución de impedir las variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura. Otra forma de enfrentar este problema es mediante la estabilización de este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestro medio los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal. (Montejo, 2002, p. 9).

2.3.3.3 El clima:

Los factores que más afectan a un pavimento durante su periodo de vida útil son las precipitaciones y los cambios de temperatura consecuentes. Las lluvias debido a su acción directa en el aumento del nivel freático influyen notoriamente en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de la subrasante. También influye en diversas actividades de construcción como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de las capas del pavimento granulares y asfálticas.

Los cambios de temperatura en los pavimentos flexibles pueden ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía, dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica. (Montejo, 2002, p. 9).

2.3.3.4 Los materiales disponibles:

Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender al volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio,

condicionado en buena medida por la distancia de acarreo. Por otra parte, se deben considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes, especialmente.

El análisis de los costos de construcción debe complementarse con una prevención del comportamiento del pavimento durante el período de diseño, la conservación necesaria y su costo actualizado y, finalmente, una estimación de futuros refuerzos estructurales, renovaciones superficiales o reconstrucciones. Deberá tenerse en cuenta, además, los costos del usuario relacionados con su seguridad y con las demoras que se originan en carreteras relativamente congestionadas por los trabajos de conservación y repavimentación. (Montejo, 2002, p. 10).

2.3.4 Métodos Para Diseño De Pavimento Flexible:

2.3.4.1 Método guía AASHTO 93 de diseño:

Según el Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2016, p. 90), “este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO - 93.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto.

2.3.4.2 Período de diseño:

El período de diseño a ser utilizado según el método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles será de 10 a 20 años para caminos de bajo volumen de tránsito, este valor se puede ajustar según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por los especialistas.

2.3.4.3 Variable de la ecuación básica para el diseño:

Ecuación de Diseño

El método AASHTO 93 asume que un pavimento recién construido comienza a dar un servicio de alto nivel. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe alcanzar al concluir el período de diseño.

Mediante un proceso iterativo se van asumiendo espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 93 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado. La ecuación AASHTO 93 se presenta a continuación:

A partir de esta ecuación se desprenden las siguientes definiciones:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

Fuente: (Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, pg. 90)

- “Wt18: Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN y/o 8.2 ton acumuladas en el periodo de diseño (n).” (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p. 91)
- “MR: Modulo resiliencia, es una medida de la rigidez del suelo de la subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR.” (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p. 91)
- “ZR: Coeficiente estadístico de desviación estándar Normal, representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.” (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p. 93)
- “So: Desviación estándar combinada, es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento.” (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p. 94)
- “ Δ PSI: Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial y terminal asumida para el desarrollo del proyecto.” (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p. 95)
- “SN: Número Estructural, representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, ósea de la capa de rodadura, de base y de sub-base.” (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, p. 96).

2.3.5 Parámetros a considerar según AASHTO 93

2.3.5.1 Serviciabilidad

Este parámetro sintetiza el criterio de diseño AASHTO.

AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros: índice de servicio inicial (ρ_o) e índice de servicio final (ρ_f). En la ecuación 93 se ingresa la variación entre ambos índices ($\Delta\rho$) para el cálculo de espesores. Entre mayor sea $\Delta\rho$, mayor deterioro soportará el pavimento antes de fallar.

La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, y se caracteriza en una escala de 0 a 5; donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente. El valor de 0 es ideal, pues AASHTO 93 emplea el valor de 1.5 como índice de serviciabilidad terminal del pavimento.

El valor $\Delta\rho$ depende de la calidad de la construcción. En el AASHO Road Test se alcanzaron valores de:

TABLA A.0 - TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	ρ_o	ρ_f	$\Delta\rho$
Carpeta asfáltica	4.0	2.0	2.0
Tratamiento superficial bicapa	3.5	2.00	1.5

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

2.3.5.2 Tránsito:

El periodo de diseño está ligado a la cantidad de tránsito asociada en ese periodo para el carril de diseño. Se recomienda diseñar para 20 años o más.

Una característica propia del método AASHTO 93 es la simplificación del efecto del tránsito introduciendo el concepto de ejes equivalentes. Es decir, transforma las cargas de ejes de todo tipo de vehículo en ejes simples equivalentes de 8.2 Ton

de peso, comúnmente llamados EAL (equivalent single axle load, por sus siglas en inglés).

El valor de un eje equivalente está relacionado al nivel de daño provocado por esta carga patrón. Por esta razón, para un mismo nivel de tránsito, los EAL hallados para el diseño de pavimentos de concreto difieren de los EAL hallados para el diseño de pavimentos de asfalto.

La equivalencia se logra mediante el empleo de factores de carga (LEF, Load equivalent factor, por sus siglas en inglés). AASHTO 93 calcula el factor de carga a partir de la estimación del espesor de la losa de concreto a obtener, la carga por eje, y el nivel de serviciabilidad final aceptado.

El proceso de convertir un tránsito mixto en un número de EAL de 8.2 Ton fue desarrollado por el AASHTO Road Test. Para la prueba se sometieron pavimentos similares con diferentes configuraciones de ejes y cargas vehiculares, y se analizaron el daño que produjeron.

$$LEF = \frac{N^{\circ} \text{ de EAL de 8.2 ton que producen una pérdida de serviciabilidad}}{N^{\circ} \text{ de ejes de 8.2 ton que producen una pérdida de serviciabilidad}}$$

2.3.5.3 Confiabilidad y Desviación estándar

El concepto de confiabilidad R ha sido incorporado con el propósito de cuantificar la variabilidad propia de los materiales, procesos constructivos y de supervisión que hacen que pavimentos construidos de la “misma forma” presenten comportamientos de deterioro diferentes.

La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad, que equivale a incrementar en una proporción el tránsito

previsto a lo largo del periodo de diseño, siguiendo conceptos estadísticos que consideran una distribución normal de las variables involucradas.

El rango típico sugerido por AASHTO para la desviación estándar (s_o) está comprendido entre $0.30 < s_o < 0.40$.

Para construcciones de pavimentos flexibles se puede asumir $s_o = 0.35$, si las proyecciones de tránsito futuras son precisas; y $s_o = 0.40$ si la precisión es baja.

La guía AASHTO 93 sugiere valores de confiabilidad como los indicados en la siguiente tabla:

TABLA A.1 – CONFIABILIDAD RECOMENDADA

TIPO DE VIA	CONFIABILIDAD RECOMENDADA	
	<i>R</i>	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
Rutas y Autopistas	85 - 99.9	85 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 85	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

2.3.5.4 El suelo

El parámetro que caracteriza al tipo de subrasante es el módulo de reacción de la subrasante (K).

Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la subrasante con la colocación de capas intermedias, granulares o tratadas, efecto que mejora las condiciones de apoyo y puede llegar a reducir el espesor calculado de concreto. Esta mejora se introduce con el módulo de reacción combinado

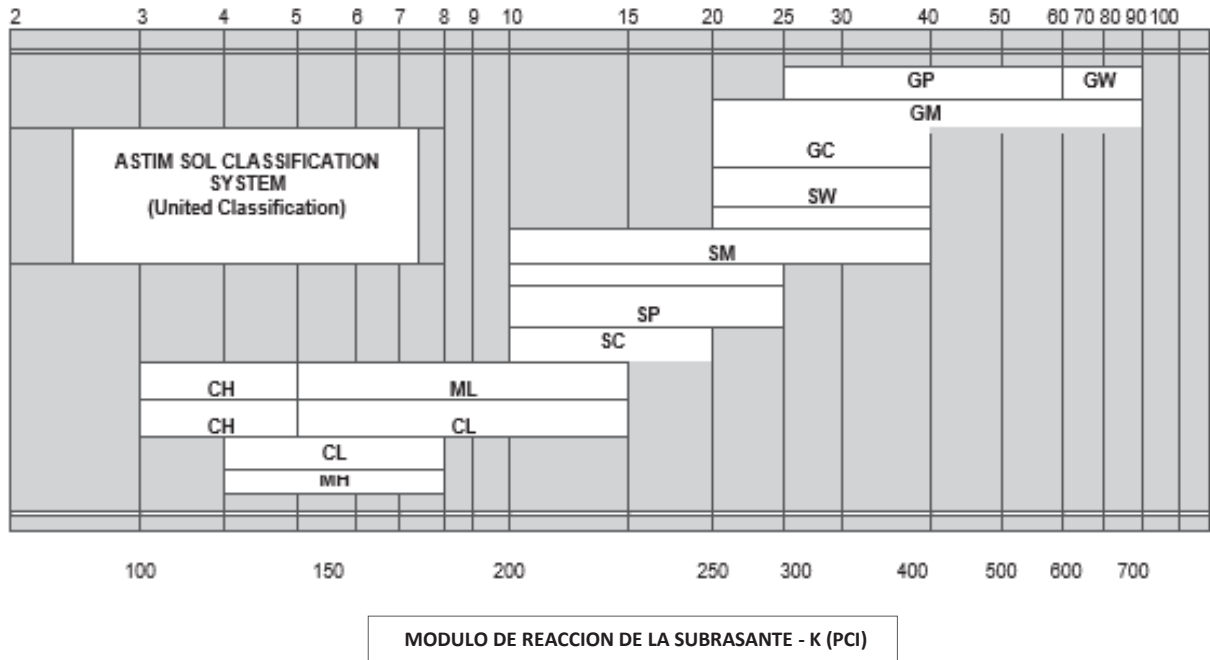
(Kc).

El ensayo para determinar el módulo de reacción de la subrasante, llamado también ensayo de placa, tiene por objetivo determinar la presión que se debe ejercer para lograr una cierta deformación, que para este caso es de 13 mm. El ensayo está normado en ASTM D – 1196 y AASHTO T – 222. Las unidades de K son Mpa / m.

Como se describe en las normas antes mencionadas, el ensayo de placa es lento y por lo tanto costoso por lo que es usual emplear el valor de CBR en su reemplazo, utilizando correlaciones K – CBR para ello.

El valor Kc se calcula tomando en consideración las propiedades de la subrasante y el efecto beneficioso de la capa intermedia, granular o tratada, afectadas por las variaciones estacionales durante el año, así como la presencia, también beneficiosa, de base rocosa bajo la subrasante, y el efecto perjudicial de una pérdida de soporte por erosión de las capas inferiores.

FIGURA 02 - RELACION DE RODAMIENTO CALIFORNIA - CBR



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

2.3.5.5 El coeficiente de drenaje

La metodología de diseño AASHTO 93 incorpora el coeficiente de drenaje (Cd) para considerarlo en el diseño.

Las condiciones de drenaje representan la probabilidad de que la estructura bajo la losa asfáltica mantenga agua libre o humedad por un cierto tiempo. En general, el nivel de drenaje de las capas intermedias depende de los tipos de drenaje diseñados, el tipo y permeabilidad de las capas de subbase, tipo de subrasante, condiciones climáticas, y grado de precipitaciones, entre otras.

El coeficiente de drenaje Cd varía entre 0.70 y 1.25, según las condiciones antes mencionadas. Un Cd alto implica un buen drenaje y esto favorece a la estructura, reduciendo el espesor de concreto a calcular.

Pasos para el cálculo del Cd:

1. Se determina la calidad del material como drenante en función de sus dimensiones, granulometría, y características de permeabilidad.

Si el material después de ser saturado con agua cumple los requisitos de la tabla anterior, se puede considerar como: excelente, bueno, regular, pobre o muy pobre.

TABLA A.2- DETERMINACIÓN COEFICIENTE DE DRENAJE

Calidad de Drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 5 horas
Regular	1 semana	5 10 horas
Pobre	1 mes	Más de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

2. Una vez caracterizado el material y su calidad como drenante, se calcula el Cd correlacionándolo con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación, utilizando para ello la tabla siguiente:

TABLA A.3- CALCULO COEFICIENTE DE DRENAJE

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

2.3.6 Vía Pública

2.3.6.1 Definición:

Se define como uso dotacional para la vía pública el de los espacios de dominio y uso público destinados a posibilitar el movimiento de los peatones, los vehículos y los medios de transporte colectivo de superficie habituales en las áreas urbanas, así como la estancia de peatones y el estacionamiento de vehículos en dichos espacios.

2.3.6.2 Categorías

Dentro de la vía pública se distinguen las siguientes categorías:

- I. **Red vial:** Constituida por aquellos espacios de la vía pública dedicados a la circulación de personas y vehículos y al estacionamiento de estos últimos, así como sus elementos funcionales.
- II. **Área estancial:** Constituida por aquellos espacios públicos libres de edificación, adyacentes a la red viaria, cuya función principal es facilitar la permanencia temporal de los peatones en la vía pública, constituyendo elementos calificadoros del espacio urbano por dotar al mismo de mayores oportunidades de relación e intercambio social.
- III. **Plataforma reservada:** Constituida por aquellas bandas, pertenecientes a la vía pública, destinadas a ser utilizadas por un determinado modo de transporte o tipo de vehículo, que están diseñadas específicamente para tal fin, y operan de manera

integrada con el conjunto del sistema de transporte.
(Arroyo, José; Puig-Pey, Pedro-1992 Carreteras urbanas)

2.3.6.3 Clasificación

De acuerdo con su relación con la movilidad, se distinguen las siguientes clases de vías:

- I. Red vial principal:** Aquella que, por su condición funcional, sus características de diseño, su intensidad circulatoria o sus actividades asociadas sirve para posibilitar la movilidad y accesibilidad. Se consideran los siguientes tipos:
 - Red vial de Autopistas y Semiautopistas: constituida por las vías de alta capacidad para tránsito exclusivamente motorizado, cubriendo viajes interurbanos y metropolitanos. Con TMDA mayor 20.000 veh/día.
 - a.** Red vial Multicarril: integrada por las vías de gran capacidad para tránsito preferentemente rodado, sirviendo a desplazamientos urbanos o metropolitanos, tales como las grandes vías arteriales o arterias primarias. Con TMDA mayor de 4.000 veh/día.
 - b.** Red vial Primaria Municipal: formada por las vías colectoras-distribuidoras, que articulan los distritos y los conectan entre sí, en las que el tránsito rodado debe compatibilizarse con una importante presencia de actividades urbanas en sus bordes, generadoras de tránsito peatonal. Con TMDA desde 2.000 a 4.000 veh/día.

II. Red vial secundaria: Aquella que tiene un carácter marcadamente local. Está compuesta por el resto de los elementos viales y su función primordial es el acceso a los usos situados en sus márgenes. Con TMDA aproximadamente de 2.000 veh/día. Se consideran los siguientes tipos:

- a. Vías locales colectoras: que añaden a su papel de acceso la función de concentrar la conexión de la red local a la red principal.
- b. Vías locales de acceso, son las que aseguran el acceso rodado y peatonal a edificios e instalaciones.

2.3.7 Transitabilidad vial

Mediante inspección visual, apreciar el estado de Transitabilidad de la carretera, de acuerdo a la evaluación de las variables de superficie de rodadura, obras de arte y velocidad de recorrido, calificándolas a la misma en: Buena, Regular y Mala según la tabla:

TABLA 01 - TRANSITABILIDAD VIAL

Código de estado	Estado	Descripción
B	BUENO	Para carreteras Pavimentadas (afirmadas), el deterioro no debe exceder de un 10% de la carretera evaluada, es decir signos de deterioro superficial, mostrando pequeñas deformaciones con huellas/hundimientos < 5 cm., la vía debe contar con señalizaciones; las infraestructuras de drenaje (cuneta, alcantarillas, badenes) y obras de arte (puente, potones), no deben estar obstruidas y en buen estado de operación.
R	REGULAR	En esta categoría el deterioro debe ser superior al 10% pero no debe exceder al 30% de la Carretera evaluada, es decir signos de deterioros superficial, mostrando deformaciones con huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm. , los baches (huecos) identificados pueden repararse con una capa de material adicional, no cuentan con señalización, infraestructuras de drenaje (cuneta, alcantarillas, badenes) limpias a mediante colmatadas y las obras de arte (puente , potones), deben estar de bueno a regular estado.
M	MALO	El afirmado en esta categoría tiene deterioros superiores al 30% de la carretera es decir signos de deterioros en huellas/hundimientos con profundidades > 10 cm, identificándose baches (huecos) que requieren una reconstrucción; no cuentan con señalizaciones, las cunetas y alcantarillas se encuentran de medianamente colmatadas a colmatadas; los puentes, potones, muros de contención y badenes en mal estado.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2015)

2.3.8 Señalización Vial

La implementación de los dispositivos de control del tránsito, se realizará de acuerdo a los estudios de ingeniería vial que debe realizarse para cada caso, y que entre otros contemple, el tipo de vía, el uso del suelo del sector adyacente, las características de diseño acorde al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG vigente), características de operación, sus condiciones ambientales, y en concordancia con las normas de tránsito correspondientes. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras)

2.3.8.1 Generalidades

Para ser efectivo un dispositivo de control del tránsito es necesario que cumpla con los siguientes requisitos:

1. Que exista una necesidad para su utilización.
2. Que llame positivamente la atención.
3. Que encierre un mensaje claro y conciso.
4. Que su localización permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta.
5. Infundir respeto y ser obedecido.
6. Uniformidad.

Existen dos grupos de señalización: la Señalización Vertical y Marcas en el Pavimento.

2.3.8.2 Señales

2.3.8.2.1 Definición

Las señales son dispositivos que se instalan al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos.

2.3.8.2.2 Función

Se utilizarán para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, centros de recreo, lugares turísticos y culturales, así como dificultades existentes en las calles. (Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para calles y carreteras -2016, p. 8)

2.3.8.2.3 Clasificación

a) Señales reguladoras

Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear un delito. Estas a su vez se clasifican en señales de prioridad, de prohibición, de restricción, de obligación y autorización.

FIGURA 03- Ejemplos de señales de regulación



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2016

b) Señales de prevención:

Su propósito advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la

vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Estas señales se clasifican teniendo en consideración lo siguiente: Características geométricas de la vía:

- Características de la superficie de rodadura
- Restricciones físicas de la vía
- Intersecciones con otras vías
- Características operativas de la vía
- Emergencias y situaciones similares

FIGURA 04 - Ejemplo de señales preventivas



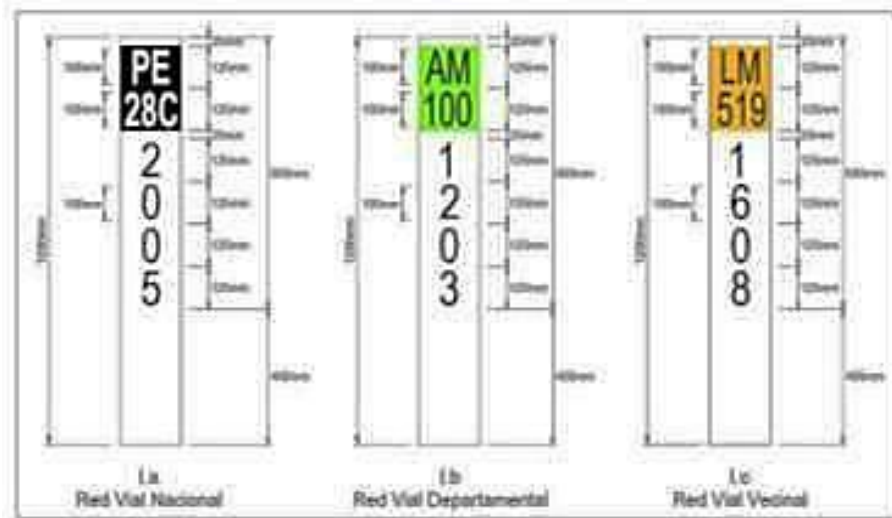
Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2016

c) Señales de información:

Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros. Deben abarcar los siguientes conceptos:

- **Puntos Notables:** Centros poblados, ríos, puentes, túneles y otros.
- **Zonas Urbanas:** Identificación de rutas y calles, parques y otros.
- **Distancias:** A principales puntos notables, lugares turísticos, arqueológicos e históricos.

FIGURA 05 - Ejemplos de Postes de kilometraje



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2016

FIGURA 06 - Ejemplos de señales de localización



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2016

2.3.9 Características De Las Señales Viales

2.3.9.1 Diseño:

La uniformidad en el diseño en cuanto a: forma, colores, dimensiones, leyendas, símbolos; es fundamental para que el mensaje sea fácil y claramente recibido por el usuario.

2.3.9.2 Forma y Color:

Las señales reguladoras o de reglamentación, deberán tener la forma circular inscrita dentro de una placa cuadrada o rectangular, con excepción de la señal de «PARE», de forma octogonal, y de la señal "CEDA EL PASO", de la forma de un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo. En algunos casos también estará contenida la leyenda explicativa del símbolo.

El color de fondo a utilizarse en las señales verticales será como sigue:

- a.** AMARILLO. Se utilizará como fondo para las señales de prevención.
- b.** NARANJA. Se utilizará como fondo para las señales en zonas de ejecución de obras de construcción, rehabilitación, mejoramiento, puesta a punto, y mantenimiento o conservación de calles y carreteras.
- c.** AMARILLO FLUORESCENTE. Se utilizará como fondo para todas las señales de prevención en situaciones que se requiera mayor visibilidad diurna y señales informativas con contenido de prevención.
- d.** NARANJA FLUORESCENTE. Se utilizará como fondo para todas las señales en zonas de trabajo de construcción, rehabilitación, mejoramiento, puesta a punto, y mantenimiento o conservación en situaciones que se requiera mayor visibilidad diurna.

- e. AZUL. Se utilizará como fondo en las señales informativas y de servicios generales.
- f. BLANCO. Se utilizará como fondo para las señales de reglamentación e informativas, así como para las leyendas o símbolos de las señales informativas y en la palabra «PARE».
- g. NEGRO. Se utilizará como fondo en las señales informativas de dirección de tránsito, así como en el fondo de las señales de mensaje variable, los símbolos y leyendas en las señales de reglamentación, prevención y de aviso de zonas de trabajo de construcción, rehabilitación, mejoramiento, puesta a punto, y mantenimiento o conservación.
- h. MARRÓN. Se utilizará como fondo para señales informativas de lugares turísticos, centros de recreo e interés cultural, Sin embargo, de ser el caso se cumplirá o complementará con lo establecido en las normas sobre señalización del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo MINCETU.
- i. ROJO. Se utilizará como fondo en las señales de «PARE», «NO ENTRE», en el borde de la señal «CEDA EL PASO» y para las orlas y diagonales en las señales de reglamentación, turística. Adicionalmente se utilizará para señales informativas de servicios generales de emergencia.
- j. VERDE. Se utilizará como fondo en las señales de información
- k. AMARILLO LIMÓN FLUORESCENTE. Se usará para todas las señales preventivas en zonas escolares, académicas, centros hospitalarios, centros deportivos, centros comerciales, estaciones de bomberos, etc.

- I. ROSADO FLUORESCENTE. Se usará para sucesos o incidentes de emergencias que afecten la vía.

2.3.9.2.1 Tamaño:

El tamaño de las señales de reglamentación y prevención serán determinadas en base a la velocidad máxima de operación, ya que ésta determina las distancias mínimas a las que la señal deba ser vista y leída.

2.3.9.2.2 Símbolos:

Los símbolos diseñados deberán ser utilizados de acuerdo a lo prescrito en el presente Manual.

2.3.9.2.3 Orla:

Las señales que llevan orla, deberán conformarse con lo prescrito en este Manual, en cuanto a colores y dimensiones. Tiene la función de hacer resaltar la señal, y contribuir a su visualización.

2.3.9.2.4 Visibilidad y retro reflexión:

Las señales deben ser visibles durante las 24 horas del día y bajo toda condición climática, asegurando una adecuada retro reflexión.

2.3.9.2.5 Ubicación:

Para asegurar la eficacia de una señal, su localización debe considerar:

- Distancia entre la señal y la situación a la cual ésta se refiere (ubicación longitudinal).
- Distancia entre la señal y la calzada (ubicación lateral).
- Altura de la señal / Orientación del tablero de la señal.

2.4 Hipótesis

La mejora de la transitabilidad aplicando la Metodología AASHTO 93, permitirá optimizar la durabilidad del Pavimento Flexible en la Avenida Aeropuerto, Distrito de Huanchaco.

2.5 Variables

- **Variable Independiente:** Estudio de Transitabilidad Vial.
- **Variable Dependiente:** Método de diseño AASHTO 93.

2.6 Operacionalización de Variables

- **TABLA 02 - OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**
Variable Dependiente
- **TABLA 03 - OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**
Variable Independiente

TABLA 02 - OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Dependiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL	Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.	Operacionalmente el estudio de transitabilidad vial, se hará en base a establecer las características del trazo vial, de acuerdo a las normas vigentes, lo cual se aplicará en base a las condiciones de la topografía del terreno y según los resultados de los ensayos del estudio de mecánica de suelos; de tal manera que el diseño del pavimento y el diseño de señalización sean adecuados.	Levantamiento Topográfico	Levantamiento o Altimétrico	Intervalo (msnm)
				Equidistancias	Intervalo (m)
				Pendiente del Terreno	Intervalo (%)
				Vista en Planta	Intervalo (m)
			Estudio de Suelos	Granulometría	Razón (%)
				Límites de consistencia	Razón (%)
				Contenido de humedad	Razón (%)
				AASTHO 93	Razón (%)
				Densidad Máxima	Intervalo (gr/cm ³)
			Diseño Geométrico	Alineamiento	Intervalo (m)
				Perfiles Longitudinales	Intervalo (Km)
				Secciones Transversales	Intervalo (m ²)
				Derecho de vía	Intervalo (m)
			Diseño de Señalización vial	Señalización Horizontal	Unidad

Fuente: Elaboración propia

TABLA 03 - OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 93	<p>El método AASHTO 93 asume que un pavimento recién construido comienza a dar un servicio de alto nivel. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe alcanzar al concluir el periodo de diseño.</p>	<p>Operacionalmente los pavimentos de concreto simple con juntas son los que mejor se aplican a la realidad nacional debido a su buen desempeño y a los periodos de diseño que usualmente se emplean. Es por ello que el desarrollo de este coleccionable se centra en el diseño de este tipo de estructuras bajo la Metodología AASHTO 93.</p>	Pavimentos	Pavimento Rígido	Nominal
				Pavimento Flexible	Nominal
				Pavimento Semi-rígido	Nominal
			Diseño	Módulo de Resiliencia	Razón (%)
				Periodo de diseño	Razón (%)
				Índice de Servicialidad	Intervalo (pie ²)
				Análisis de tráfico	Razón (%)
				N°ejes simples equivalentes (EAL)	Intervalo (m)
				Nivel de confianza y desviación estándar	Intervalo (m)
				Coefficiente de drenaje	Razón (%)
				Determinación del número estructural	Intervalo (m)
			Determinación de espesores por capas	Intervalo (m)	
			El suelo	Sub-rasante	Intervalo (m)
				Sub-base	Intervalo (m)
Base	Intervalo (m)				
Superficie de rodadura	Intervalo (m)				

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Enfoque

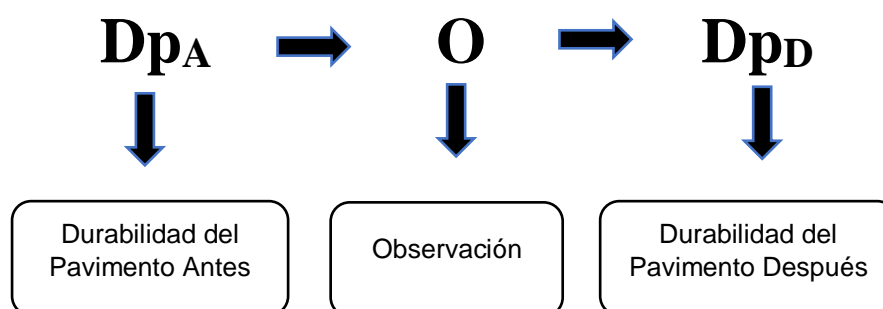
Investigación Aplicada, se realizó un estudio de transitabilidad vial, que contenga el diseño de un pavimento (Flexible y/o Rígido) y la señalización vial con un costo y un tiempo de ejecución razonable para que pueda ser aplicado en la Avenida Aeropuerto, Distrito de Huanchaco, Trujillo – La Libertad.

3.1.2 Alcance o nivel

Descriptiva

3.1.3 Diseño

En la investigación se utilizó el diseño Descriptivo, el esquema a utilizar es el siguiente:



Dónde:

Dp_A : Representa la durabilidad del pavimento antes de realizar el estudio de transitabilidad.

O : Representa la información que se recoge del proyecto de investigación de tesis.

Dp_D : Representa la durabilidad del pavimento después de realizar el estudio de transitabilidad.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

En el trabajo de investigación la población de estudio es en la Avenida Aeropuerto, en el distrito de Huanchaco.

3.2.2 Muestra

Este estudio y diseño tendrá como muestra a la Avenida Aeropuerto, ya que es una vía secundaria tomada como punto de inicio desde ovalo Huanchaco.

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.3.1 Instrumentos

- Instrumentos para hacer el conteo del tráfico vehicular
- Instrumentos para el diseño de señalización vial
- Equipos Topográficos
- Equipos e instrumentos para análisis de suelos
- Software computacional

3.3.2 Recolección de Datos

Para la investigación realizamos la recolección de datos de la siguiente manera:

- Para el estudio del tráfico vehicular, se obtuvo la recolección de datos mediante un conteo de vehículos según las categorías como lo indica en el Manual de Carreteras (Dispositivos del Control de Tránsito para Calles y Carreteras, 2006).

- Para el diseño de señalización vial, la recolección de datos se realizó mediante una guía de observaciones donde se podía apreciar la falta de estas.
- Para el Estudio Topográfico se recolectaron los datos mediante un levantamiento topográfico donde hubo que hacer uso de equipos e instrumentos especializados.
- Para el Estudio de Mecánica de Suelos los datos se recolectaron mediante la toma de muestras al suelo de la zona en estudio para poder obtener así el análisis de suelos.

3.4 Descripción del Procedimiento para el Desarrollo

3.4.1 Procedimientos

El procedimiento de esta investigación se desarrolló de la siguiente manera:

- Usando la observación para el estudio de tráfico.
- Usando la observación para el diseño de señalización vial.
- Utilizando los equipos topográficos adecuados para el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Utilizando equipos e instrumentos necesarios para poder obtener muestras del suelo para el estudio de mecánica de suelos.
- Realizar el diseño del pavimento, teniendo en cuenta los espesores del pavimento según normas y manuales y los parámetros de diseño según metodología AASHTO 93.
- Realizar el Diseño geométrico de la Avenida Aeropuerto, con software especializados en Ingeniería.

3.4.2 Análisis de Datos

Para la investigación del proyecto de tesis se realizó un análisis de datos cuantitativos, de la siguiente manera:

- Para el estudio de tráfico vehicular los datos se analizaron con un conteo de vehículos donde se pudo observar las horas puntas del tráfico en la zona además clasificar el tipo de vehículos en formatos de tablas de Excel según las categorías de Manual de Carreteras (Dispositivos del Control de Tránsito para Calles y Carreteras, 2006).
- El estudio topográfico se realizó haciendo un levantamiento a la zona con una estación total, nivel óptico, GPS, etc. Y mediante el uso de programas especializados de ingeniería como AutoCAD y Excel se analizaron los datos tomados en campo.
- Para el estudio de suelo se tomaron muestras de la zona de estudio y analizaron las muestras obtenidas en un laboratorio.
- En los siguientes objetivos que proponemos desarrollar como: diseño del pavimento, espesores del pavimento según normas y manuales y los parámetros de diseño según metodología AASHTO 93, diseño geométrico de la Avenida Aeropuerto, metrado, se realizó mediante programas especializados para la ingeniería.

3.5 Técnicas de análisis de datos

- Técnica utilizada: la observación, control de vehículos.

3.6 Modelos estadísticos de análisis de datos

- Modelos para análisis de datos fuentes propias.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4. ASPECTOS GENERALES

4.1 CARÁCTERÍSTICAS LOCALES

4.1.1 Ubicación Del Proyecto

El Distrito de Huanchaco es uno de los 11 distritos de la Provincia de Trujillo, en el Departamento de La Libertad y se encuentra ubicado a orillas del océano Pacífico en el distrito del mismo nombre aproximadamente a 13 km al noroeste del Centro histórico de Trujillo, se encuentra junto a la ensenada del mismo nombre.

Región : La Libertad
Provincia : Trujillo
Distrito : Huanchaco
Localidad : Av. Aeropuerto

4.1.1.1 Coordenadas

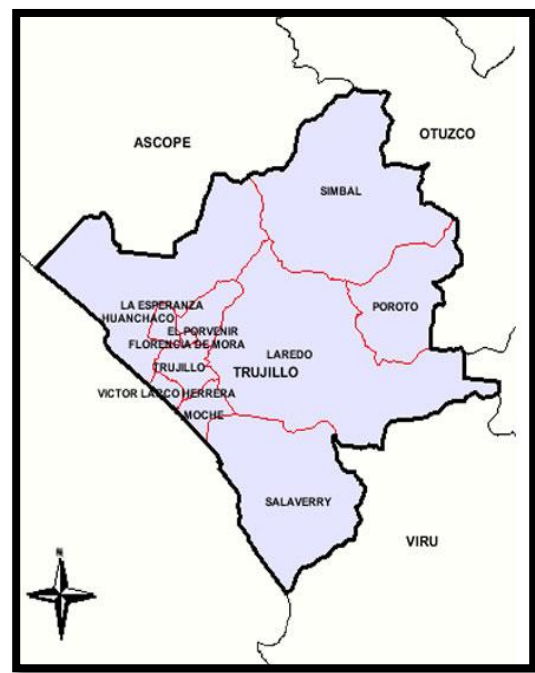
Este 709,541.85

Norte 9'105,631.02

FIGURA 07: Región La Libertad



FIGURA 08: Trujillo

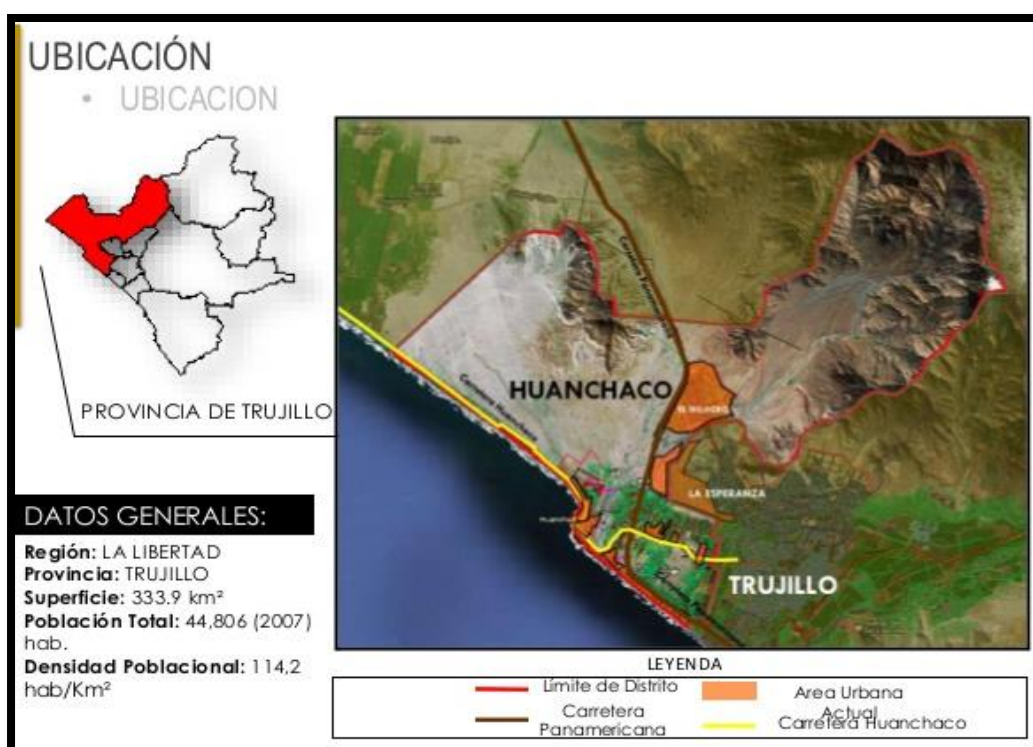


Fuente: Municipalidad de Trujillo

4.1.1.2 Limites Huanchaco

Norte	: Pantanos de Huanchaco
Noreste	: El Milagro
Este	: La Esperanza
Sudeste	: Trujillo, Víctor Larco
Sur y Suroeste	: Océano Pacífico
Oeste y Noroeste	: Océano Pacifico
Superficie	: 333.9 km ²
Densidad Poblacional:	114.2 Hab/Km ²

FIGURA 09 - Limites De Huanchaco



Fuente: Municipalidad de Huanchaco

4.1.1.3 Limites Av. Aeropuerto:

El terreno colinda con:

Norte	: AA.HH. Villa Aeropuerto
Sur	: AA.HH. Bello Horizonte
Oeste	: AA.HH. Las Lomas
Este	: AA.HH. Ramón Castilla

FIGURA 10 - Micro Localización Av. Aeropuerto



Fuente: Google Maps

- **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

a) Topografía

La morfología del terreno es poca variada con presencia de planicies y explanadas en los extremos Sureste y Noreste.

b) Suelos

El tipo de suelo está formado por capas de material fino, arena y grava.

c) Vías de Acceso

Partiendo de la Ciudad de Trujillo a una distancia de 13 km por la Av. Mansiche, se encuentra el Distrito de Huanchaco, balneario muy concurrido en épocas de verano. Existen vías de acceso local, que comunican al Distrito de Huanchaco.

d) Actividades Económicas

La población del distrito de Huanchaco es de 44,806 habitantes (Censo 2007). La principal fuente económica en Huanchaco está constituida principalmente por la pesca artesanal, además del comercio el cual brinda ingresos importantes a este destino.

e) Turismo en Huanchaco

En el sector turismo hay factores como el clima y la conectividad con el resto del país permiten al balneario de Huanchaco ser lugar turístico y convertir esta actividad, en un rubro económico en el desarrollo local. Huanchaco hasta la actualidad conservan muchas de las costumbres de sus ancestros mochicas; tal es así que las diminutas embarcaciones llamadas "caballitos" de totora siguen siendo la principal herramienta de trabajo del actual pescador. En la actualidad, Huanchaco se ha constituido en uno de los balnearios más bellos del litoral peruano y sus formidables olas siguen atrayendo a turistas de todo el mundo ya que todos los años se realizan campeonatos de surf.

- SERVICIOS EXISTENTES

i. Energía Eléctrica.

La población de Huanchaco cuenta con el servicio de energía eléctrica, la empresa encargada de distribución de energía es Hidrandina S.A.; en la Región se carece de grandes centrales eléctricas.

ii. Telefonía

La localidad cuenta con una gran cantidad de teléfonos ubicados en pequeñas tiendas y diferentes locales comerciales. Están presentes las empresas de telefonía celular de Claro, Movistar, Entel y otro.

iii. Medios de Comunicación

La población tiene acceso a diversas emisoras de la ciudad de Trujillo. En la provincia se captan la mayoría de los canales de Televisión nacional por el sistema analógico y los servicios

de Cable. Los pobladores también tienen acceso a los principales diarios del distrito y de la capital.

iv. Agua Potable – Distrito de Huanchaco.

En cuanto a la distribución general, tenemos que el Área Metropolitana, está cubierta del servicio de agua potable en un 83.0%, siendo el distrito con menor cobertura Huanchaco con 58.0% y el distrito de Trujillo cuenta con 98.3% de cobertura.

FIGURA 11. Área Metropolitana de Trujillo: Cobertura de Agua Potable según Distritos, 2011

DISTRITOS	Cobertura de Agua (%)
Trujillo	98.3
El Porvenir	78.3
Florencia De Mora	80.9
Huanchaco	58.0
La Esperanza	85.0
Laredo	97.3
Moche	78.6
Salaverry	90.1
Victor Larco Herrera	94.2
ÁREA METROPOLITANA	83.0

Fuente: SEDALIB, 2011

v. Alcantarillado – Distrito de Huanchaco.

El servicio de alcantarillado en el distrito de Huanchaco es brindado al 33% de la población, mediante una Red de Alcantarillado conformada por un total de 13.57 Km de tuberías de 200 mm de diámetro, que se encargan de recolectar los desagües de 1,361 conexiones totales. Posteriormente, las aguas servidas son transportadas hacia la parte baja de la localidad de Huanchaco, donde está ubicada la cámara de bombeo N° 1. A partir de esta unidad se impulsan los desagües hacia la planta de tratamiento compuesta principalmente por las lagunas de estabilización.

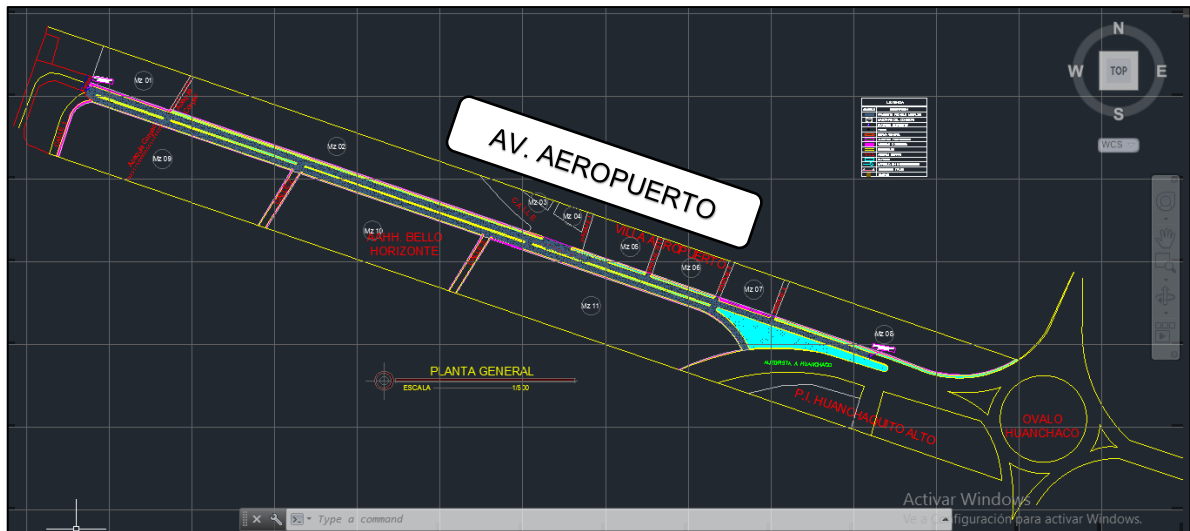
4.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

4.2.1 UBICACIÓN:

Localidad : Av. Aeropuerto - Huanchaco

El trabajo se ha realizado en el sistema de coordenadas UTM con el DATUM WGS 84 y en la ZONA 17 SUR.

FIGURA 12: Planta General AutoCAD



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 ACCESO A LA ZONA DE PROYECTO

El acceso principal a la Av. Aeropuerto es a través de la vía asfaltada de la Av. Mansiche hasta el Ovalo Huanchaco, recorrido de Trujillo a zona del Proyecto.

TABLA 04: Acceso a la Zona de Proyecto

RECORRIDO	DISTANCIA	TIEMPO
Centro de Trujillo a Av. Aeropuerto	8500 m	20 min
TOTAL	8.5 KM	20 min

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 METODOLOGÍA DEL TRABAJO REALIZADO

4.2.3.1 TRABAJO DE CAMPO

El estudio topográfico se ha realizado con la finalidad de obtener las informaciones detalladas de la zona del levantamiento.

El trabajo realizado tuvo las siguientes etapas:

- Recorrido general del proyecto para ubicación de las estaciones o vértices de la poligonal, así como identificación de la envergadura de trabajo con los detalles necesarios.
- Levantamiento topográfico, por el método taquimétrico y altimétrico de la zona se realizó con una poligonal ya que la zona de trabajo es pequeña en una distancia no considerable la poligonal.
- Colocación de BM-R referenciales calculado a partir de un BM (Marca de Cota fija)

4.2.3.2 TRABAJO DE GABINETE

La información obtenida en el campo con la estación total, se procesó en una PC. Las coordenadas obtenidas con la estación total, fueron exportadas en un formato de Excel para luego arreglar la data y volver a guardarlo en formato delimitado por comas. Se tuvo especial cuidado en guardar los puntos con la siguiente configuración para que sea reconocido por el software AutoCAD 2017: Punto, Norte, Este, Elevación y Descripción.

En el software AutoCAD 2017, se realizó lo siguiente:

- Generación de la superficie del proyecto
- Generación de Curvas de nivel maestras y secundarias.
- Se trazó de la ruta de la avenida analizar
- Se generó los perfiles longitudinales de la avenida
- Se obtuvieron las secciones transversales

4.2.3.2.1 Metas

a. Estudio y Diseño para 14,797.92 m² de pistas.

4.2.3.2.2 Relación De Equipos, Persona Y Materiales De Topografía.

TABLA 05 - Relación De Materiales

EQUIPO	PERSONAL	MATERIAL
<ul style="list-style-type: none">- Estación Total Topcon <i>Gpt 236w.</i>- Nivel Óptico ingeniero- Mira Taquimétrica- GPS Etrex Hc Navegador.- Trípode de aluminio- Tres baterías- Dos prismas- Dos bastones- Cámara Digital Sony de 8.1 Mega Pixeles Cyber - Shot.	<ul style="list-style-type: none">- Ingeniero Civil- 02 tesisas- 1 topógrafo (Operador de la estación total).- 2 Prismeros	<ul style="list-style-type: none">- Tres chalecos rojos.- Clavos de acero- Sprait rojo.- 01 comba de 5 libras.- Corrector.- Esmalte color rojo Para Escritura De los <i>BMs Referenciales.</i>

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.2.3 Datos Obtenidos

Toda información tomada en el campo, es transmitida de los medios de almacenamiento de datos de Estación Total a nuestra estación de trabajo. Estos datos tomados en campo fueron pasados a unos formatos de Excel para poder ordenar todos los puntos del levantamiento topográfico del área de estudio.

a) N° Punto, Norte, Este, Elevación y Descripción:

Para la adecuación de la información se utilizaron los programas de diseño, que permitieron la georreferenciación y la confección de los planos de curvas de nivel según escalas indicadas.

TABLA 06 – BM's

CUADRO TÉCNICO DE BM's			
COORDENADAS UTM WGS84			
BM	ESTE	NORTE	COTA
01	709,543.62	9,105,631.57	35.481
02	709,102.83	9,105,784.06	28.285
03	708,666.77	9,105,932.98	26.584

Fuente: Elaboración Propia

b) Área Del Terreno:

TABLA 07 - Área Del Terreno

DESCRIPCION	AREA TOTAL DEL TERRENO
Según levantamiento topográfico	14'250.95 m²

Fuente: Elaboración Propia

c) Punto Inicial y Final del Área Proyectada:

TABLA 08- Coordenada Y Cota Punto Inicial Y Final

PTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	709,543.62	9,105,631.57	35.481	VR0
12	708,666.77	9,105,932.98	26.584	PE

Fuente: Elaboración Propia

4.3 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

4.3.1 OBJETIVO:

Determinar las características físicas-mecánicas de los suelos de fundación con el fin de obtener un diseño de pavimento tal que dé a la vía por proyectar una serviciabilidad adecuada, confort y seguridad, con materiales apropiados que garanticen la vida útil para la cual fue diseñada; así mismo se observa los materiales para la estructura de pavimentos que cumplan con los requerimientos técnico mínimos exigidos en la norma EG-2000 Especificaciones Técnicas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y Norma de Pavimentos Urbanos C010.

4.3.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

La zona en estudio se encuentra comprendida en la clasificación geomorfológico denominada “Planicie Costera” que se desarrolla a manera de una faja paralela a la costa, desde el nivel del mar hasta una altitud de 40 metros sobre el nivel del mar.

La zona presenta una superficie más o menos llana, en las que destacan algunos cerros y colinas redondeadas, también existe presencia de algunas dunas de menor magnitud debido a la acción del transporte de las arenas de playa causado por el viento.

4.3.3 ALCANCES

El informe Técnico, contiene los resultados y conclusiones del Estudio de Mecánica de Suelos solicitados al Laboratorio de Mecánica de Suelos **GEOSAND PERU E.I.R.L.**, de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

La finalidad del estudio fue poder identificar y conocer el tipo de

suelo existente en la zona, así como determinar las principales propiedades físico-mecánicas de este y su comportamiento frente a la aplicación de cargas.

4.3.4 TRABAJO DE CAMPO

Con el objetivo de determinar las características propias del terreno de fundación, se realizaron excavaciones ubicadas estratégicamente con una profundidad de 1.50 m. computados a partir del nivel de sub rasante, lo que nos permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a ejecutar de cada uno de los estratos de suelos encontrados., se ha considerado la exploración de dos (02) calicatas de acorde a la Norma ASTM D420.

Los materiales encontrados en cada estrato fueron descritos e identificados mediante tarjetas de identificación, donde se coloca el estrato al que corresponde, profundidad y número de calicata. Luego estas muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.

El nivel freático y/o aguas por filtración no se encontraron hasta la profundidad explorada ver profundidad en la descripción de la calicata.

A medida que se efectuaron las excavaciones se describieron en forma tacto- visual los suelos (color, textura, etc.) a fin de establecer la secuencia, ubicación y espesores de los diferentes mantos que conforman la estratigrafía del área estudiada, en concordancia con la Norma ASTM D2487.

4.3.5 ENSAYOS DE LABORATORIO

La muestra procedente de la excavación de la calicata, fue extraída y recepcionada por el personal técnico de nuestra oficina, la que llegó en bolsa de polietileno, debidamente identificada.

Al momento de recepcionar la muestra, se nos alcanzó también la composición estratigráfica del suelo, señalando la profundidad de excavación y espesor de las diferentes capas de suelo encontrados.

De la muestra procedente de la excavación de la calicata, se efectuaron ensayos correspondientes a clasificación (granulometría y límites de Atterberg), humedad natural, Proctor modificado, C.B.R., todos estos ensayos fueron realizados de acuerdo a lo estipulado en normas técnicas tal como se indica a continuación:

FIGURA 13- Relación De Ensayos

• Análisis granulométrico	MTC E107	ASTM D-422
• Material que Pasa el Tamiz N° 200	MTC E 202	ASTM D-1140
• Límite Líquido	MTC E 110	ASTM D-4318
• Límite Plástico	MTC E 111	ASTM D-4318
• Contenido de humedad del suelo	MTC E 108	ASTM D-2216
• Clasificación SUCS		ASTM D-2487
• Proctor Método Modificado	MTC E115	ASTM D-1557
• C.B.R	MTC E132	ASTM D-1883
• Clasificación de Suelos para el Uso en Vías.		ASTMD-3283

Fuente: Laboratorio GEOSAND PERU E.I.R.L

4.3.5.1 Ensayo De Calicatas

De acuerdo a los análisis realizados a la muestra proporcionada y de los antecedentes indicados anteriormente, se logra establecer que la estratigrafía del suelo de fundación a nivel superficial es la siguiente; Podemos encontrar, Grava pobremente gradada con finos limosos

(GP-GM). Siendo la estratigrafía representativa del lugar tal como a continuación se lo expone:

a) CALICATA N° 1

Arena media en estado semi-denso, color beige, seco, no plástico. Clasificadas según **AASHTO** como A-1-b. El nivel freático, no se halló.

De 0.00-0.20m

Grava Pobrementemente Gradada con Finos Limosos

De 0.20 -1.50m.

b) CALICATA N° 2

Arena media en estado semi-denso, color beige, seco, no plástico. Clasificadas según **AASHTO** como A-1-b. El nivel freático, no se halló.

De 0.00-0.55m

Grava Pobrementemente Gradada con Finos Limosos

De 0.55 -1.50m.

TABLA 09 - RESUMEN DEL ENSAYO DE SUELOS / CBR

A continuación, se presenta el cuadro de resultados de ensayos de laboratorio.

CALICATA C-01		CALICATA C-02	
ESTRATO	E-1	ESTRATO	E-2
PROF. (m)	0.00 - 1.50	PROF. (m)	0.00 - 1.50
SUCS	GP - GM	SUCS	GP - GM
DESCRIPCION	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON FINOS LIMOSOS	DESCRIPCION	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON FINOS LIMOSOS
< 200%	5.69%	< 200%	5.65%
LL	0.00	LL	0.00
LP	0.00	LP	0.00
IP	0.00	IP	0.00
% W	2.43%	% W	2.57%
γ_{seco} (gr/cm ³)	1.705	γ_{seco} (gr/cm ³)	1.720
M.D.S	1.938	M.D.S	1.952
O.C.H	7.50	O.C.H	7.52
CBR (95% M.D.S)	18.60	CBR (95% M.D.S)	18.80
CBR (100% M.D.S)	32.89	CBR (100% M.D.S)	33.05

Fuente: Laboratorio GEOSAND PERU E.I.R.L

Donde:

- SUCS : Sistema Unificado Clasificación de Suelos
- <200 : Partículas menores del Tamiz N° 200
- LL : Límite Líquido
- LP : Límite Plástico
- IP : Índice Plástico
- %W_n : Contenido de Humedad Natural
- γ_{seco} : Peso Volumétrico Seco (ton/m³)

4.4 ESTUDIO DE TRÁFICO VEHÍCULAR

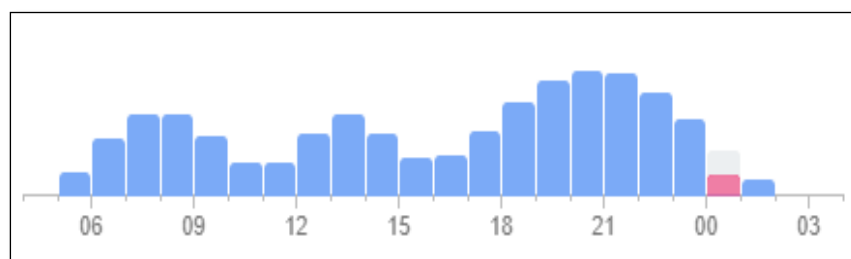
4.4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

Respecto a la Avenida de estudio de transitabilidad, podemos decir que la entrada a la avenida fue tomada como un punto de control fijo por ser el acceso principal a la zona de estudio, terminando en la entra hacia el Aeropuerto Carlos Martínez de Pinillos.

El tránsito vehicular existente en la Avenida Aeropuerto, está compuesto por el paso de vehículos ligeros: Mototaxis, Autos, camionetas, microbuses y por vehículos pesados como: Ómnibus de 2 ejes y 3 ejes.

Actualmente en esta Avenida es transitada vehicularmente por personas locales e Internacionales. El flujo vehicular en esta avenida es principalmente de pasajeros que se movilizan en autos y camionetas con dirección al Aeropuerto Carlos Martínez de Pinillos (ida) y a la Ciudad de Trujillo o Balneario de Huanchaco (regreso). Tienen sus horas pico, dependiendo las salidas y llegadas de los Vuelos, por las mañanas de 7 a 9 am, por las tardes de 1 a 3 pm y por la noche de 7 a 10 pm y el tránsito pesado es de menor escala.

FIGURA 14- Tráfico Aéreo



Fuente: Trafico Aeropuerto Capitán FAP Carlos Martínez de Pinillos.

4.4.2 TRABAJO DE CAMPO

4.4.2.1 METODOLOGÍA

La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio de investigación, se basó en la recopilación procesamiento de la información obtenida en campo.

4.4.2.1.1 Recopilación De La Información

La información para la elaboración de este estudio de tráfico se obtuvo de la siguiente fuente.

a) Fuente Directa:

Se recopiló la información a través de las observaciones que se tomaron en campo con el conteo vehicular y este permitió conocer el volumen de tránsito que soporta la avenida, así como su composición, se ubicó un punto de estación de control de la zona de estudio.

4.4.2.1.2 Ubicación De La Estación De Control

TABLA 10- Estación De Control

ESTACIÓN	TRAMOS		N° DÍAS DE CONTEO	FECHA DE ESTUDIO	DÍAS
1°	Av. Aeropuerto	Prg +540.00 (Punto medio)	7	23/10/2017-29/10/2017	Lunes a Domingo
2°	Av. Aeropuerto	Prg +105.00 (Punto medio)	7	23/10/2017-29/10/2017	Lunes a Domingo

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3 TRABAJO DE GABINETE

Corresponde al trabajo realizado de todos los datos tomados en campo y los cálculos obtenidos por los tesisistas en formatos Excel de los conteos que se hicieron con entradas y salidas.

4.4.3.1 CUANTIFICACION DEL TRAFICO

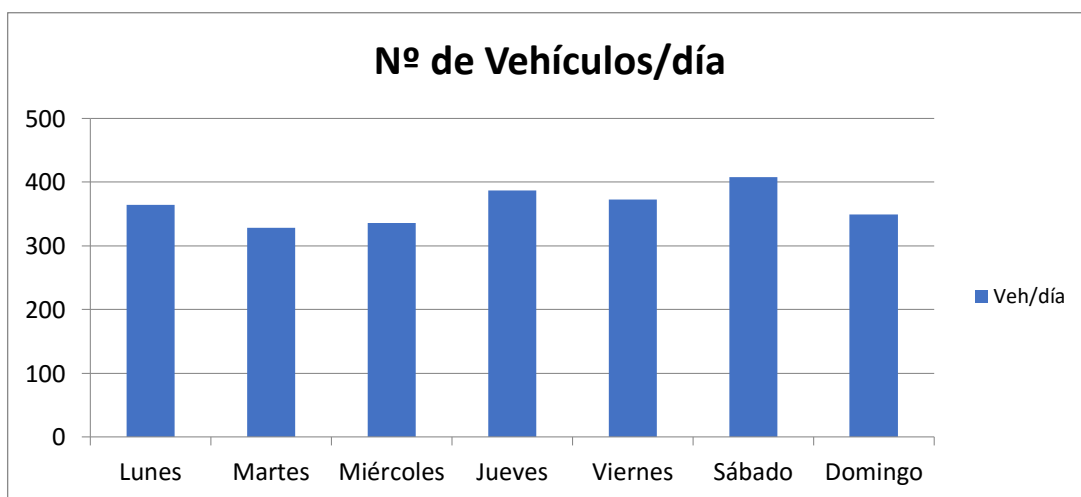
Se muestra la tabla resumen del conteo vehicular obtenido por los 7 días de la semana con entradas y salidas.

TABLA 11- Tránsito Actual

1. Conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Mototaxi	20	16	15	22	21	23	20
Automóvil	160	155	153	165	158	180	165
Camioneta	135	118	125	150	145	165	130
Microbús	27	24	24	25	25	22	18
Ómnibus 2E	15	10	12	15	14	12	9
Ómnibus 3E	7	5	7	10	10	6	7
TOTAL	364	328	336	387	373	408	349

Fuente: Elaboración Propia



Nota: Conteo de 7 días de 24 horas.

Fuente: Elaboración Propia

2. Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos: 1.046

3. Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Dónde:

IMD_s : Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMD_a : Índice Medio Anual

Vi : Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC : Factores de Corrección Estacional

TABLA 12 - CUANTIFICACION DEL TRÁFICO

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMDs	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	SEMANA			
Mototaxi	20	16	15	22	21	23	20	137	20	1.046	20
Automóvil	160	155	153	165	158	180	165	1136	162	1.046	170
Camioneta	135	118	125	150	145	165	130	968	138	1.046	145
Microbús	27	24	24	25	25	22	18	165	24	1.046	25
Ómnibus 2E	15	10	12	15	14	12	9	87	12	1.046	13
Ómnibus 3E	7	5	7	10	10	6	7	52	7	1.046	8
TOTAL	364	328	336	387	373	408	349	2545	364	336	381

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 13- Proyección del Tráfico por Año - Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 2	Año 4	Año 6	Año 8	Año 10	Año 12	Año 14	Año 16	Año 18	Año 20
Tráfico Normal	381	385	397	407	418	428	433	447	454	460	466
Automóvil	20.00	20.00	21.00	21.00	22.00	22.00	23.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Camioneta	170.00	172.00	177.00	181.00	186.00	191.00	193.00	200.00	202.00	205.00	208.00
Mototaxi	145.00	147.00	151.00	155.00	159.00	163.00	165.00	170.00	173.00	175.00	177.00
Microbús	25.00	25.00	26.00	27.00	27.00	28.00	28.00	29.00	30.00	30.00	31.00
Ómnibus 2E	13.00	13.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00
Ómnibus 3E	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 14- Proyección del Tráfico por Año - Con Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 2	Año 4	Año 6	Año 8	Año 10	Año 12	Año 14	Año 16	Año 18	Año 20
Tráfico Normal	381.00	385.00	397.00	407.00	418.00	428.00	433.00	447.00	454.00	460.00	466.00
Tráfico Generado	0.00	39.00	40.00	41.00	43.00	43.00	44.00	45.00	45.00	47.00	47.00
Automóvil	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camioneta	0.00	17.00	18.00	18.00	19.00	19.00	19.00	20.00	20.00	21.00	21.00
Mototaxi	0.00	15.00	15.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00
Microbús	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ómnibus 2E	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Ómnibus 3E	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
IMD TOTAL	381.00	424.00	437.00	448.00	461.00	471.00	477.00	492.00	499.00	507.00	513.00

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3.2 CÁLCULO DEL EAL

Se procedió a calcular el factor de crecimiento, tránsito de diseño de veh/año, y el factor camión para cada tipo de vehículo.

TABLA 15- Cálculo del Número de Ejes Equivalentes (EAL)

Tipo de vehículo	IMDa	Tasa de crecimiento	Factor de crecimiento	Factor carril	Factor camión	Anual	EAL
Mototaxi	20	4.00%	26.87	0.80	0	365	0.00
Automóvil	170	4.00%	26.87	0.80	0.003	365	5168.58
Camioneta	145	4.00%	26.87	0.80	0.185	365	263656.37
Microbús	25	4.00%	26.87	0.80	2.987	365	732476.87
Ómnibus 2E	13	4.00%	26.87	0.80	3.845	365	490243.14
Ómnibus 3E	8	4.00%	26.87	0.80	3.554	365	278848.26
TOTAL				EAL			1'770,393.22

Fuente: Elaboración Propia

$$EAL_{8.2} = \sum 365 * (IMD) * FC * FD * FCR$$

Dónde:

IMD : Índice medio diario

FC : Factor de crecimiento

FD : Factor de distribución **FD** = 0.5

FCR : Factor carril **FCR** = 0.80

n : Periodo de Diseño **n** = 20 años

- Factores de Tasas de Crecimiento:

$r_{vp} =$	4.00%	Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros)
$r_{vc} =$	3.00%	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (para vehículos de carga)

De acuerdo al conteo realizado durante una semana en las diferentes estaciones de control, se tomó un EAL de **1.770*E+06** proyectados para un periodo de diseño de 20 años.

4.5 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN CALIENTE SEGÚN LA METODOLOGIA AASTHO 93

4.5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

4.5.1.1 METODOLOGIA AASTHO 93

Para efectos de determinar el espesor de pavimento requerido para una estructura nueva a nivel de carpeta asfáltica, se utilizará el método para diseño de pavimentos flexibles de la American Associations of State Highway and Transportation Officials (AASHTO 93).

El método de la AASHTO permite calcular el espesor de pavimento necesario para satisfacer un valor estructural determinado. Este valor o número estructural (SN) asegura que la estructura diseñada será capaz de soportar un flujo determinado de tráfico (N18), sin que los esfuerzos inducidos excedan la capacidad de soporte del suelo de subrasante (S). En este método es el requisito de serviciabilidad, por el cual el pavimento debe brindar, a lo largo del periodo de diseño considerado, un servicio adecuado, cuyo nivel final puede controlarse a través de un parámetro denominado serviciabilidad final (pt).

Este método proporciona una expresión analítica que, dada su complejidad, para efectos prácticos es reemplazada por nomogramas. Sin embargo, para efectos de cálculos computarizados la solución matemática es sumamente útil. Dicha formulación se presenta a continuación.

FIGURA 15- Formula Método AASTHO 93

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

Dónde:

W18	Numero esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2tn. En el periodo de diseño
ZR	Desviación Estándar
So	Desviación estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento de la estructura.
ΔPSI	Diferencia entre la servicialidad inicial (Po) y la final (Pf)
MR	Módulo Resiliente de la Subrasante
SN	Número estructural, indicador de la capacidad estructural requerida.

FIGURA 16- Fórmula Número Estructural

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

Siendo:

ai = Coeficiente estructural de la capa "i"

Di = Espesor de la capa "i" en pulgadas

mi = Coeficiente de drenaje de la capa gradual "i"

4.5.1.2 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (N18)

El pavimento es diseñado en función al tráfico número y peso de vehículos que circularán durante la vida útil del pavimento. Cuando mayor es la importancia de la vía tanto en volumen como en carga de tráfico, se requieren mayores coeficientes de seguridad para estimar el tráfico futuro.

De estimarse grandes posibilidades de congestión en una vía es preferible seleccionar estrategias que tengan un mayor periodo de diseño con poco mantenimiento de modo de minimizar problemas a los usuarios.

FIGURA 17 - Ecuación de Cálculo de Ejes Equivalentes

$$EAL_{(n.AÑOS)} = \frac{365}{2} X (IMD_{2E} X F_{2E} + IMD_{2E} X F_{2E} + IMD_{2E} X F_{2E} + IMD_{2E} X F_{2E}) X \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

Dónde:

EAL (8.2 Tn)	Numero de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño
IMD 2E	Índice Medio Diario de Camiones de 2 ejes
IMD 3E	Índice Medio Diario de Camiones de 3 ejes
IMDT y ST	Índice Medio Diario de Camiones de T y ST
FD2E	Factor Destructivo de Camiones de 2 ejes
FD3E	Factor Destructivo de Camiones de 3 ejes
FDT y ST	Factor Destructivo de Camiones de T y ST
i	Tasa de crecimiento de los vehículos
n	Periodo de Diseño

De informe de Tráfico se ha estimado un EAL= 8.69 E+05

4.5.1.3 C.B.R DE DISEÑO

El diseño del espesor del pavimento toma en consideración fundamental este valor ya que es como primer dato de ingreso al análisis del tipo de estructura a plantear en combinación con parámetros propios de cada material conformante.

Se asume como valor de diseño el mínimo establecido en la subrasante el cual corresponde a CBR (diseño).

FIGURA 18- CBR de Diseño

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

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos 2014

4.5.1.4 SUELO SUBRASANTE

El comportamiento de los Suelos de Subrasante (suelo de fundación) tiene una gran influencia en los pavimentos porque sobre ellos descansan y reciben todas las cargas que son transmitidas por el mismo pavimento.

La representación del suelo de fundación en el diseño de estructuras es por medio del Módulo de resiliencia (Mr) y por este factor se puede definir el tipo de pavimento que se colocará en la vía proyectada. Se trabajará con el promedio de todos los valores de Mr. Obtenidos.

Se han obtenido relaciones matemáticas respecto al CBR de Subrasante y que son aceptadas dentro del campo de la ingeniería de pavimentos ya que las distorsiones son mínimas de acuerdo a ello; la expresión de conversión es la siguiente:

- $MR(\text{psi}) = 4326 * \text{LnCBR} + 241$
- $MR(\text{Mpa}) = 10.3 * \text{CBR}$
- $MR(\text{Mpa}) = 8 + 3.8 * \text{CBR}$

4.5.1.5 NIVEL DE TRÁNSITO

Esta información sirve para el estudio de la proyección de la demanda para un determinado periodo de análisis y para establecer el número de ejes equivalentes de diseño para el pavimento.

TABLA 16- Número De Repeticiones Acumuladas De EE De 8.2Tn, en el Carril De Diseño Para Pavimentos Flexibles

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

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos 2014

4.5.1.6 CÁLCULO DEL ESPESOR DEL AFIRMADO

FIGURA 19- Catálogo De Capas De Afirmado (Revestimiento Granular) Para Un Periodo De 10 Años

EE CBR %	Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4
	< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000
CBR < 6%				
6% < CBR < 10%	CBR 6%-8% 	CBR 6%-8% 	CBR 6%-8% 	CBR 6%-8%
	CBR 8%-10% 	CBR 8%-10% 	CBR 8%-10% 	CBR 8%-10%
10% < CBR < 20%	CBR 10%-12% 	CBR 10%-12% 	CBR 10%-12% 	CBR 10%-12%
	CBR 12%-20% 	CBR 12%-20% 	CBR 12%-20% 	CBR 12%-20%
20% < CBR < 30%	CBR 20%-30% 	CBR 20%-30% 	CBR 20%-30% 	CBR 20%-30%
CBR > 30%	CBR > 30% 	CBR > 30% 	CBR > 30% 	CBR > 30%

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos 2014

4.5.1.7 SUB - RASANTE

El terreno de fundación previo perfilado de su superficie se deberá escarificar y compactar en 0.20 m. por debajo de la superficie de la subrasante hasta lograr una densidad no menor del 95% de máxima obtenida, según el AASHTO. T-180-A. Previamente, se deberá eliminar todo material extraño, como raíces y material de desmonte, y piedras mayores de 2".

4.5.1.8 BASE

El espesor compactado de la base granular deberá ser de 15cm. El material a emplearse en la base granular deberá ser de cantera preferentemente. La compactación que debe alcanzar esta capa debe ser no menor del 100%, los materiales deben cumplir las siguientes exigencias: La franja por utilizar será la Gradación C.

TABLA 17- Requerimientos Granulométricos Para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 -100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (No 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 um (N° 40)	8-20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 um (1Vo 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: ASTM D 1241

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas que a continuación se indican:

TABLA 18- Valor Relativo De Soporte-CBR

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico Ligero y Medio	Mín. 80%
	Tráfico Pesado	Mín. 100%

4.5.1.9 AGREGADO GRUESO

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes. Deberán cumplir las siguientes características:

TABLA 19- Requerimiento Agregado Grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min.	50% min.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx	40% max
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	--	12% máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	--	18% máx.

(1) La relación ha emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

Fuente: ASTM D 1241

4.5.1.10 AGREGADO FINO

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

TABLA 20- Requerimiento Agregado Fino

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín	45% mín
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55% máx	0,5% máx
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% mín	35% mín

Fuente: ASTM D 1241

4.5.1.11 SUB – BASE

El espesor compactado de la Sub-base granular deberá ser de 20 cm, según la Norma Peruana.

Los materiales seleccionados y recomendados para el material de sub base se ceñirán a lo señalado en las siguientes especificaciones:

TABLA 21- Requerimientos Granulométricos Para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45

Fuente: ASTM D 1241

4.5.2 ESPESORES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

4.5.2.1 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

Periodo de Diseño	: 20 años
Confiabilidad	: 80%
Desviación estándar total	: 0.45
CBR	: 18.60 %
EAL (tráfico liviano)	: 1.770 E+06
Perdida de la serviciabilidad del Diseño	: 2.2
Coefficiente de drenaje (mi): Base	: 1.15

4.6 RESULTADOS FINALES DE DISEÑO

4.6.1 PERIODO DE DISEÑO

El tráfico es uno de los parámetros más importantes para el diseño de pavimentos. Para obtener este dato es necesario determinar el número de repeticiones de cada tipo de eje durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial medido en el campo.

El estudio del tráfico, deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMD_A).

La información requerida para los estudios del tráfico, se conformará con muestreos orientados a calcular el IMD_A del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos en cada sentido del tráfico. La demanda de carga por eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados, guarda relación directa con el deterioro del pavimento.

TABLA 22 – Diseño de Ejes Equivalentes (EAL)

Tipo de vehículo	IMD_a	Tasa de crecimiento	Factor de crecimiento	Factor carril	Factor camión	Anual	EAL
Mototaxi	20	4.00%	26.87	0.80	0	365	0.00
Automóvil	170	4.00%	26.87	0.80	0.003	365	5168.58
Camioneta	145	4.00%	26.87	0.80	0.185	365	263656.37
Microbús	25	4.00%	26.87	0.80	2.987	365	732476.87
Ómnibus 2E	13	4.00%	26.87	0.80	3.845	365	490243.14
Ómnibus 3E	8	4.00%	26.87	0.80	3.554	365	278848.26
TOTAL				EAL			1'770,393.22

Fuente: Elaboración propia

4.6.2 FACTOR CARRIL

El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por la calzada de la carretera según el porcentaje de IMD.

TABLA 23 - Factor Carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd*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: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO 93

La metodología AASHTO 93, indica que el diseño de pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito y para periodos de diseño por dos etapas de 10 años y periodos de diseño de una etapa de 20 años.

4.6.3 VARIABLES DE DISEÑO

4.6.3.1 FORMULA DEL AASHTO ROAD TEST

Ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible.

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

Variables que intervienen en la fórmula para determinar el diseño de la estructura de un pavimento flexible.

W18	Numero esperado de repeticiones de ejes equivalentes. En el periodo de diseño
ZR	Desviación Estándar
So	Desviación estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento de la estructura.
Δ PSI	Diferencia entre la Servicialidad inicial (Po) y la final (Pf)
MR	Módulo Resiliente de la Subrasante
SN	Número estructural, indicador de la capacidad estructural requerida.

4.6.3.2 MODULO DE RESILIENCIA (M_R)

Es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante, los materiales de la sub rasante se caracterizan mediante el módulo resiliente o elástico.

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

Según el método AASHTO 93, considera que el módulo de resiliencia se obtiene de la correlación del CBR mediante:

para CBR < 10%

$$M_R \text{ (psi)} = 1500 * CBR$$

para CBR de 10% a 20%

$$M_R \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0.65}$$

para CBR > 20%

$$M_R \text{ (psi)} = 4326 * \ln CBR + 241$$

4.6.3.3 MODULO DE RESILIENCIA OBTENIDO POR CORRELACION CON CBR

Habiendo obtenido resultados de suelos con fines de pavimentación en el laboratorio el CBR al 95% de Máxima densidad seca es 18.60%, por lo que según la clasificación del suelo es Regular.

CBR %	CLASIFICACION GENERAL	USOS
7- 20	Regular	Sub base
20 -50	Bueno	Sub base y base
> 50	Excelente	Base

TABLA 24 - M_R en función a la Correlación del CBR

CBR% SUB RASANTE	MODULO RESILIENTE SUB RASANTE - M_R (PSI)	MODULO RESILIENTE SUB RASANTE - M_R (MPA)
8	9,669.00	66.67
9	10,426.00	71.88
10	11,153.00	76.90
11	11,854.00	81.73
12	12,533.00	86.41
13	13,192.00	90.96
14	13,833.00	95.38
15	14,457.00	99.68
16	15,067.00	103.88
17	15,663.00	107.99
18	16,247.00	112.02
19	16,819.00	115.96
20	17,380.00	119.83
21	17,931.00	123.63
22	18,473.00	127.37
23	19,006.00	131.04
24	19,531.00	134.66
25	20,048.00	138.23
26	20,558.00	141.74
27	21,060.00	145.20
28	21,556.00	148.62
29	22,046.00	152.00
30	22,529.00	155.33

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

4.6.3.4 DESVIACION ESTANDAR (Z_R)

Representa el valor de confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

Según el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), indica lo siguiente:

**TABLA 25 - Coeficiente estadístico de la desviación estándar Normal (Z_R)
Para una sola etapa de diseño (10 0 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tránsito**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_r)
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	-1.036
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T_{P15}	> 30'000,000		-1.645

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

**TABLA 26 - Coeficiente estadístico de la desviación estándar Normal (Z_R)
Para dos etapas de diseño de 10 años c/u
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tránsito**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.878
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.994
	T _{P2}	300,001	500,000	-1.126
	T _{P3}	500,001	750,000	-1.127
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-1.127
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.405
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.405
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.405
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.645
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.645
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.645
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.645
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.881
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.881
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.881
	T _{P15}	> 30'000,000		-1.881

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

4.6.3.5 DESVIACION ESTANDAR (S_o)

Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento.

Para pavimentos flexibles

$$0.4 < S_o < 0.5$$

Se recomienda usar 0.45

4.6.3.6 INDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)

La serviciabilidad es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable de los usuarios en un determinado momento.

$$PSI = P_0 - P_t$$

Donde:

P_0 = Serviciabilidad Inicial

P_t = Serviciabilidad Final

TABLA 27 - Índice de Serviciabilidad Inicial (P_0)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	3.8
	T_{P2}	300,001	500,000	3.8
	T_{P3}	500,001	750,000	3.8
	T_{P4}	750,001	1,000,000	4.0
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	4.0
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	4.0
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	4.0
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	4.0
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	4.0
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	4.0
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	4.0
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	4.2
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	4.2
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	4.2
	T_{P15}	> 30'000,001		4.2

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

TABLA 28 - Índice de Final (P_t)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIALIDAD FINAL (P_t)
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	2.50
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	> 30'000,001		3.00

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

Habiendo obtenido datos de las tablas sacadas de la guía AASHTO 93, el Índice de Serviciabilidad está en función al EAL (Ejes equivalentes acumulados) en este caso nuestro EAL de estudio es $1.770 \cdot 10^6$. Por lo tanto, obtuvimos los siguientes valores.

$$P_0 = 4.00$$

$$P_t = 2.50$$

$$PSI = 1.50$$

TABLA 29 - VARIACION DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD (PSI)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
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	1.50
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}	> 30'000,001		1.20

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

4.6.4 CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

La probabilidad de una determinada estructura se comporte de acuerdo a lo previsto:

- Condiciones climáticas
- Crecimiento excepcional del tránsito

4.6.4.1 CONFIABILIDAD (R)

De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico sigue una ley de distribución normal en consecuencia, pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad adecuada.

TABLA 30 - Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

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

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

TABLA 31 - Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para dos etapas de diseño 20 años c/u según rango de Tráfico

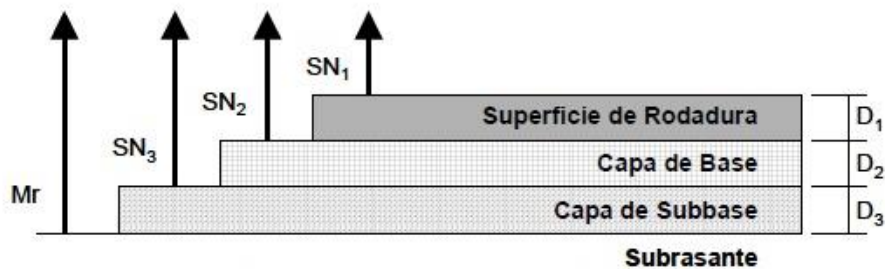
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)		
				1ERA. ETAPA (1)	2DA. ETAPA (2)	TOTAL (1) * (2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	81%	81%	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	84%	84%	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	87%	87%	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	89%	89%	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	89%	89%	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
	T _{P15}	> 30'000,000		97%	97%	95%

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO

4.6.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Determinado el número estructural, el paso siguiente consiste en identificar un conjunto de capas cuyos espesores, convenientemente combiandos, proporcionan la capacidad portante correspondiente a dicho SN.

FIGURA 20 - Procedimiento para determinar espesores



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO

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

Donde:

a₁, a₂, a₃ = Coeficientes estructurales de las capas; superficial base y sub base, respectivamente.

d₁, d₂, d₃ = Espesores (en centímetros) de las capas; superficial base y sub base, respectivamente.

m₂, m₃ = Coeficientes de drenaje para las capas de base y sub base.

4.6.5.1 SUB RASANTE

De acuerdo al valor obtenido del CBR se tiene una estructura de soporte apta para, el cálculo del módulo de resiliencia de esta capa se calcula según el manual de bajos volúmenes de tránsito MTC, bajos se debe hacer una corrección del CBR.

CATEGORIA	CBR (%)	COMPORTAMIENTO COMO SUB RASANTE
S1	$CBR \leq 3$	Malo
S2	$3 < CBR \leq 5$	Regular
S3	$5 < CBR \leq 10$	Bueno
S4	$CBR > 10$	Muy Bueno

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO

Se toma de comportamiento de Muy Bueno para la Subrasante, obteniendo una categoría de S4 y un valor de 18.60%.

$$M_{R_{subr}} = 100 * CBR$$

Donde el $CBR_{diseño} = 18.60\%$

$$M_{R_{subr}} = 100 * 18.60$$

$$M_{R_{subr}} = 1860 \frac{kg}{cm^2}$$

Módulo de Resiliencia:

$$M_{R_{subr}} = 2555 * CBR^{0.64}$$

$$M_{R_{subr}} = 2555 * 18.60^{0.64}$$

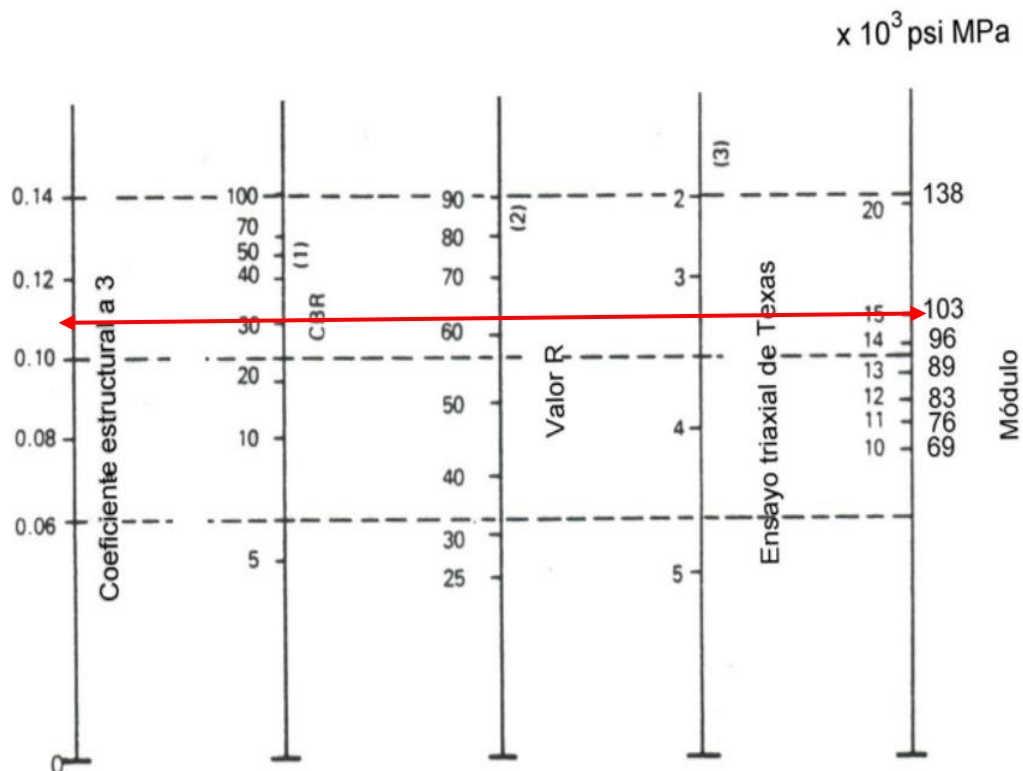
$$M_{R_{subr}} = 16591.25 \text{ psi}$$

4.6.5.2 SUB BASE

Para trabajar el material de la subbase es necesario tomar un CBR de acuerdo a las especificaciones del MTC el cual establece, un mínimo de 30%.

El nomograma de la AASHTO se entra con el valor escogido del CBR para este caso un CBR: 30% y con este se determina el módulo resiliente del material.

FIGURA 21 - Nomograma para calcular el coeficiente estructural de la Sub base granular



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO

Para un valor de CBR de 30% en el nomograma se obtiene el valor de $a_3 = 0.11$ y un módulo de resiliente (M_R) = 15000 *psi*.

Módulo de Resiliencia, a considerar:

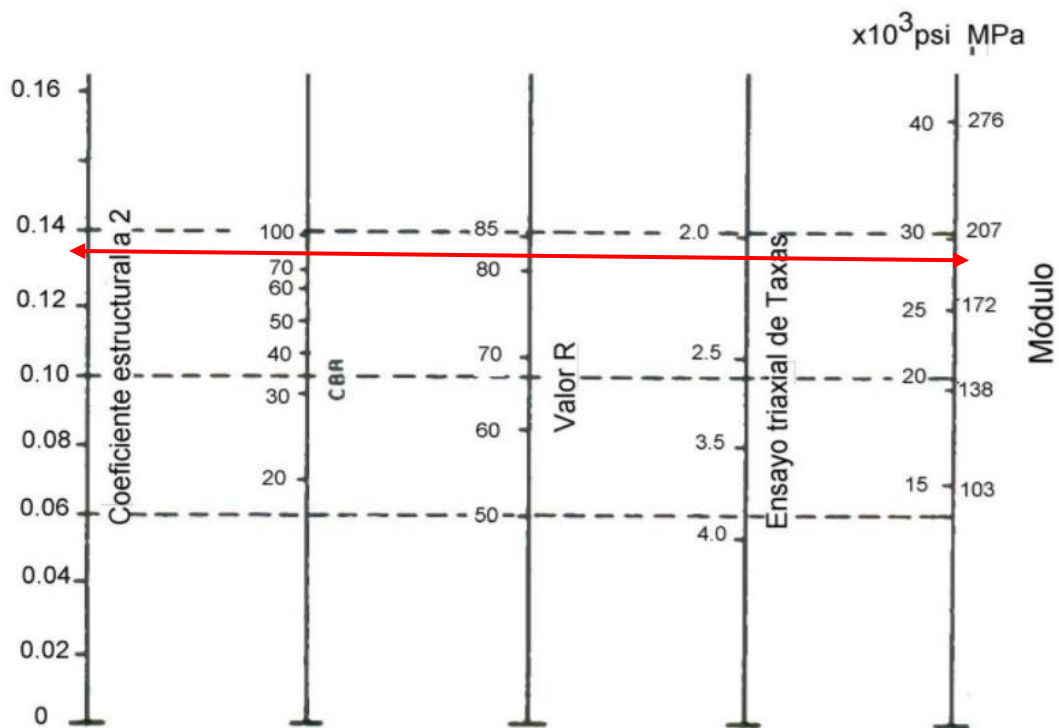
$$M_{R \text{ subb}} = 2555 * 30^{0.64}$$

$$M_{R \text{ subb}} = 22529.34 \text{ psi}$$

4.6.5.3 BASE

Para la caracterización el material debe cumplir con las especificaciones del MTC, que exige un CBR mínimo de 80% el cual debe ser analizado en el monograma de la AASHTO y de esta manera obtener el coeficiente a_2 y módulo resiliente del material.

FIGURA 22 - Nomograma para calcular el coeficiente estructural de la Base granular



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO

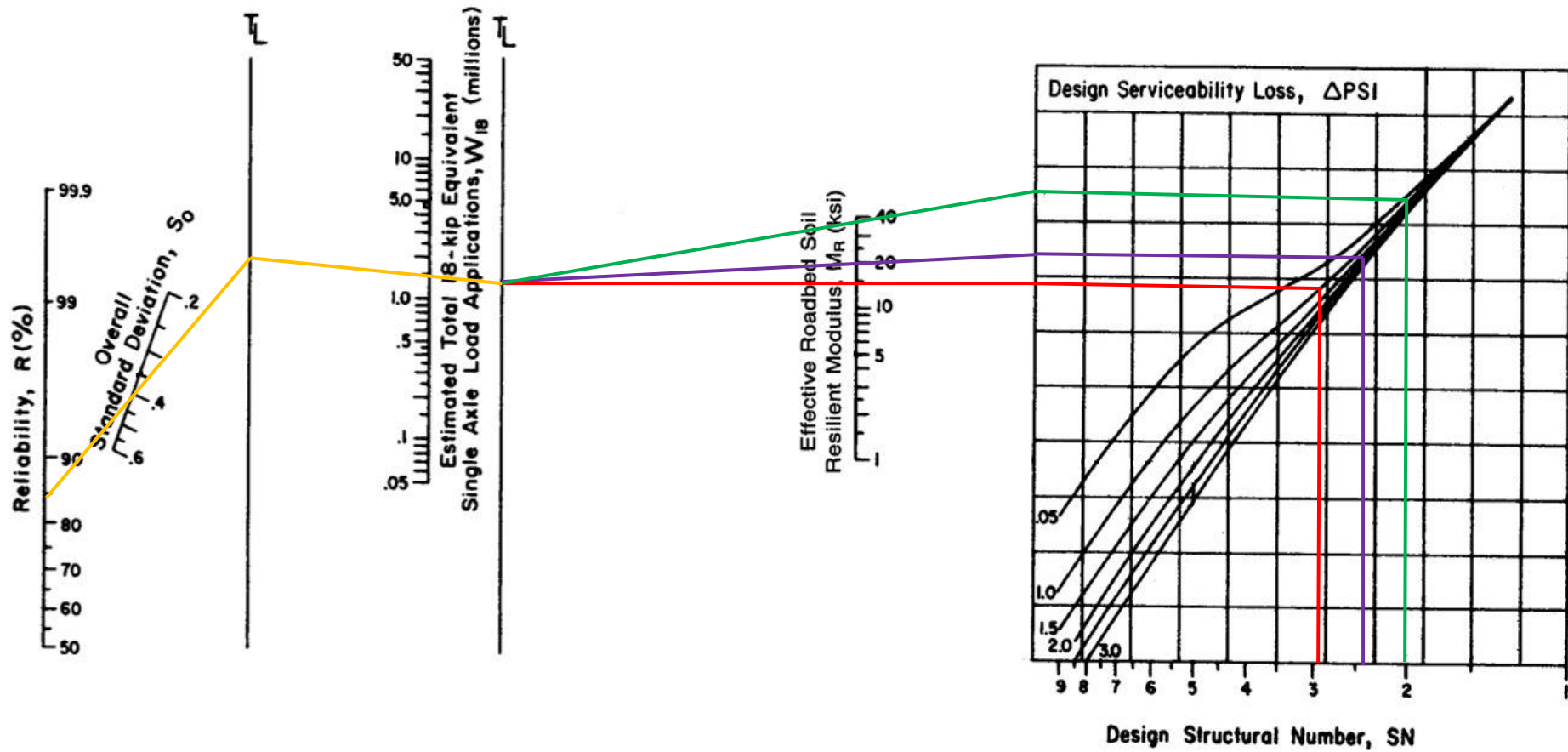
Para un valor de CBR de 80% en el nomograma se obtiene el valor de $a_2 = 0.135$ y un módulo de resiliente (M_R) = 38500 *psi*.

Módulo de Resiliencia, a considerar:

$$M_{Rb} = 2555 * 80^{0.64}$$

$$M_{Rb} = 42205.44 \text{ psi}$$

FIGURA 23 - Nomograma para calcular los coeficientes de SN



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO

4.6.6 Resultados del Número Estructural (SN)

$$R = 80\%$$

$$S_0 = 0.45$$

$$EAL = 1.770 \cdot 10^6 \text{ EE}$$

$$M_{R \text{ SUBR}} = 16.6 \cdot 10^3 \text{ psi}$$

$$M_{R \text{ SUBB}} = 22.5 \cdot 10^3 \text{ psi}$$

$$M_{R \text{ B}} = 42.2 \cdot 10^3 \text{ psi}$$

Del monograma para calcular los SN:

- **Sub rasante**

$$SN_3 = 2.90 \text{ pulg.}$$

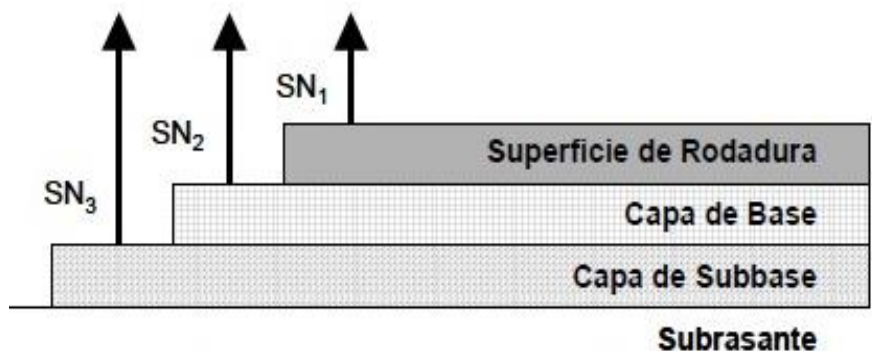
- **Sub base**

$$SN_2 = 2.40 \text{ pulg.}$$

- **Base**

$$SN_1 = 2.00 \text{ pulg.}$$

FIGURA 24 – Determinación de Espesores



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 93

4.6.6.1 Coeficientes Estructurales $a_1 - a_2 - a_3$

Según el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), los valores están acorde a los resultados del AASHTO.

TABLA 32 - Coeficiente a_1

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_1 (cm)	OBSERVACIONES
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta asfáltica en caliente, módulo 2,965 MPa (430,00) a 20° (68 °F)	a_1	0.17 / cm	Capa superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión	a_1	0.125 / cm	Capa superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micro pavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento superficial bicapa	a_1	(*)	Capa superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No aplica en tramos con pendientes mayor a 8% y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contra curvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm	a_1	(*)	Capa superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No aplica en tramos con pendientes mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
(*) no se considera por no tener aporte estructural			

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO 93

a_1 :

0.17 cm = 0.43 pulg

TABLA 33 - Coeficiente $a_2 - a_3$

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL $a_2 - a_3$ (cm)	OBSERVACIONES
BASE			
Base granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de base recomendada para Tráfico $\geq 10'000,0$ EE
Base granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de base recomendada para Tráfico $> 10'000,0$ EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base granular tratada con cemento (Resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 / cm	Capa base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base granular tratada con cal (Resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 / cm	Capa base recomendada para todos los tipos de Tráfico
BASE			
Sub base granular CBR 40% compactada al 100% de la MS	a_3	0.047 / cm	Capa sub base recomendada con CBR mínimo 40% para todos los tipos de tráfico

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de la guía AASHTO 93

a_2 :

0.052 cm = 0.13 pulg

a_3 :

0.047 cm = 0.12 pulg

4.6.7 RESULTADO FINAL

ESPEORES DEL PAVIMENTO FLEXIBLES

Entonces:

1.

- **Base** $SN_1 = 2.00$ pulg.

$a_1 = 0.43$ pulg. \longrightarrow Cap. Superficial

- **Sub base** $SN_2 = 2.40$ pulg.

$a_2 = 0.13$ pulg. \longrightarrow Base

- **Subrasante** $SN_3 = 2.80$ pulg.

$a_3 = 0.12$ pulg. \longrightarrow Sub base

2.

- $D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = 2.45$ pulg. \longrightarrow Redondeamos a 2 pulg.

$$SN_1^* = a_1 * D_1 = 0.43 * 2.45 = 1.05$$

- $D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * mi} = 7.55$ pulg. \longrightarrow Redondeamos a 8 pulg.

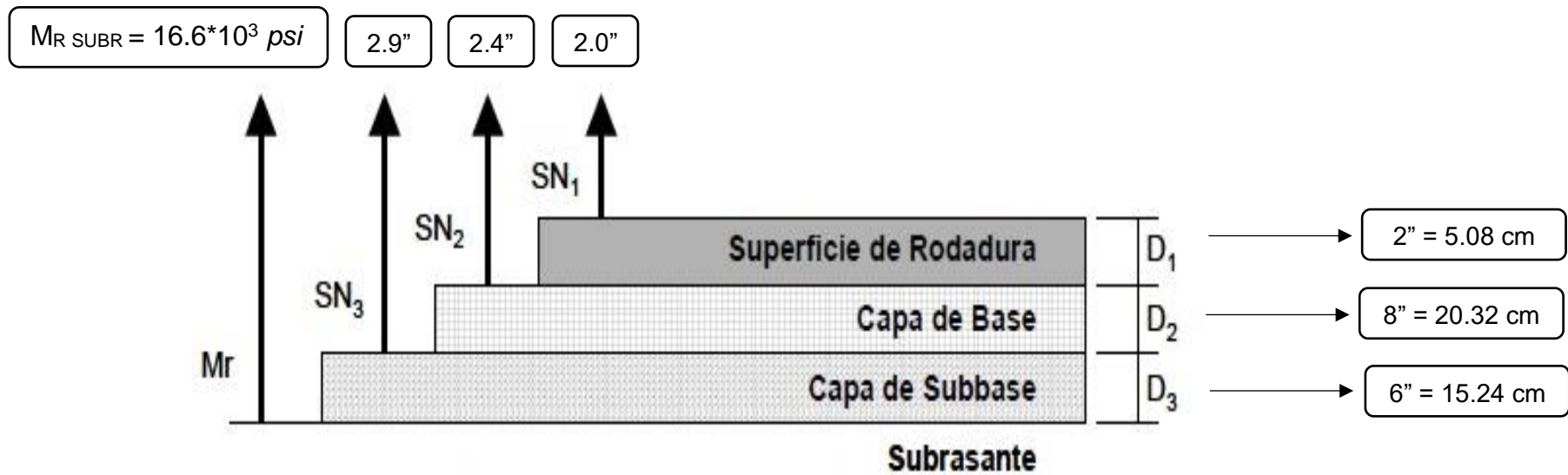
$$SN_2^* = a_2 * D_2 * mi = 0.13 * 5.55 * 1.15 = 0.82$$

- $D_3 = \frac{SN_3 - (SN_2^* + SN_1^*)}{a_3 * mi}$

$D_3 = 6.20$ pulg. \longrightarrow Redondeamos a 6 pulg.

$$SN_3^* = a_3 * D_3 * mi = 0.12 * 4.20 * 1.15 = 0.60$$

FIGURA 25 - ESPESORES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE SEGÚN LA METODOLOGIA AASHTO 93, PARA LA AVENIDA AEROPUERTO



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO

4.6.7.1 MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Constituye el tipo más generalizado de mezcla asfáltica y se define como mezcla asfáltica en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, agregados incluyendo el polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del agregado queden muy bien recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los agregados (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la del ambiente.

Con los valores determinados para cada uno de los parámetros de diseño requeridos, se encuentra un Número Estructural $SN_1 = 2.00$, según lo cual se propone una estructura del pavimento del siguiente tipo, el cual cubre y satisface el SN requerido.

- **Carpeta asfáltica** : 5 cm
- **Base** : 20 cm
- **Sub-base** : 15 cm

4.6.7.1.1 Aplicación

La capa correspondiente a la superficie de rodadura deberá ser de concreto asfáltico tipo laminar y tendrá un espesor compactado de 5.08 cm. (2"). Previa colocación de la capa de rodadura de concreto asfáltico, una vez aprobada la base granular se aplicará un riego de "imprimación" de asfalto líquido del tipo "Cutback" (asfalto líquido). Se utilizará asfalto líquido de MC-30.

La capa de concreto asfáltico (que es una mezcla en caliente de cemento asfáltico, agregados debidamente graduados y relleno mineral, colocada sobre la base imprimada. El relleno mineral ("Filler") estará compuesto por partículas muy finas de caliza, cal

apagada, cemento Portland u otra sustancia mineral no plástica que se presentará seca y sin grumos. El material cumplirá con los siguientes requisitos mínimos de granulometría.

TABLA 34 - Requerimientos Granulométricos

Tamaño de la Malla Abertura Cuadrada	% QUE PASA		
	Tipo IVa	Tipo IVb	Tipo IVc
1"		-	100
¾"		100	80-100
½"	100	80-100	-
3/8"	80-100	70-90	60-80
N°4	55-75	50-70	48-65
N°8	35-50	35-50	35-50
N°30	18-29	18-29	19-30
N°50	13-23	13-23	13-23
N°100	8-16	4-16	7-15
N°200	4-10	4-10	0-8

Fuente: ASTM D 1241

La fracción del "Filler" y de los agregados que pase la malla N°200, que se denomina polvo mineral, no tendrá características plásticas. El agregado que resulte de combinar o mezclar los agregados gruesos fino y el "Filler", debe cumplir con la gradación de cualquiera de las mezclas tipo IVa, IVb o IVc de las recomendadas por el Instituto de Asfalto que son las siguientes:

TABLA 35 - Requerimientos Granulométricos

Malla	% que pasa (en peso seco)
N°30	100
N°100	90
N°200	65

Fuente: ASTM D 1241

Equivalente de arena en el agregado combinado: 50 mínimos.

El asfalto en la mezcla del concreto asfáltico será determinado utilizando el método “Marshall”, con los siguientes requisitos básico.

TABLA 36 - Método De Marshall

Número de Golpes en cada lado del Espécimen	75
Estabilidad (Kilos)	Mínimo 820
Flujo (mm)	2 a 4
Porcentaje de Vacíos de Aire	3 a 5
Estabilidad / Flujo (Kg/cm ²)	1700 a 3000
Índice de Compactibilidad (*)	Mínimo 5
Estabilidad Retenida, 24 horas a 60°C en agua	Mínimo 75%

Fuente: ASTM D 1241

La mezcla asfáltica en caliente será producida en plantas continuas o intermitentes. La temperatura de los componentes será la adecuada para garantizar una viscosidad en el cemento asfáltico que le permita mezclarse íntimamente con el agregado combinado, también calentado. La mezcla a la salida de la planta tendrá una

temperatura comprendida entre 125°C y 165°C. La temperatura de colocación de la mezcla asfáltica en la base imprimada, será de 120°C mínimo.

La colocación y distribución se hará por medio de una pavimentación autopropulsada de tipo y estado adecuados para que se garantice un esparcido de la mezcla en volumen, espesor y densidad de capa uniformes. El esparcido será complementado con un acomodo y rastrillado manual cuando se comprueben irregularidades a la salida de la pavimentadora.

4.7 DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL

4.7.1 SEÑALIZACION HORIZONTAL

4.7.1.1 TRABAJO DE GABINETE

Se empleará señalización horizontal y letras. Se desarrollará el diseño de proceso de pintado en pavimento de líneas continuas, de color blanco (como parte de las líneas de retención) y de color amarillo (cuando se ubiquen al centro de la vía como separador de los sentidos vehiculares).

Las líneas discontinuas, serán pintadas de color blanco con la función de delimitar carriles vehiculares (líneas de largo 3.00m) paraderos y pases vehiculares (líneas de largo 1.00m).

Las líneas o marcas a pintarse en el nuevo pavimento, serán ejecutadas en las ubicaciones establecidas cumpliendo las especificaciones establecidas que existen para ellas en el “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito automotor para Calles y Carreteras” del Ministerio de Transportes.

Las pinturas utilizadas en la señalización del tránsito urbano, interurbano y vías de alta velocidad esta normalizado por ITINTEC. La pintura de color blanco se denomina “pintura blanca de tráfico”, (especificación TPP-115 E tipo III), la pintura de color amarillo se denomina “pintura amarilla de tráfico” (especificación TPP-115).

Las dimensiones de las letras a utilizar se encuentran descritas en las normas establecidas para tal fin, considerándose dentro de este proyecto los textos: PARE, DESPACIO. Los símbolos, letras, flechas y otros elementos a pintar sobre el pavimento, estarán de acuerdo a lo dispuesto por el Ingeniero Inspector y deberán tener una apariencia bien clara, uniforme y bien terminada.

4.7.1.2 TRABAJO DE CAMPO

El pintado de líneas, letras y símbolos sobre el pavimento se efectuará siguiendo el orden que a continuación se describe:

- a. Se delineará la marca a efectuarse
- b. Se limpiará la superficie en un ancho ligeramente mayor a lo ocupado a la marca con el objeto de eliminar el polvo o cualquier material indeseable que perjudique la adherencia de la pintura al pavimento.
- c. Se evitará que el pavimento este húmedo.
- d. Se aplicará la pintura de manera uniforme dejándola secar por lo menos 30min, antes de permitir el tráfico del área pintada.
- e. Inmediatamente después de aplicada las microesferas se añaden a las pinturas reflectantes en la dosificación recomendada por el proveedor, la misma que no será menor a 250gr/m² del área pintada.

4.7.1.3 MATERIALES PARA SEÑALIZACION

Tipo de pigmentación principal	: Dióxido de Titanio
Pigmento en peso	: Min. 57% en peso
Vehículo	: Caucho clorado - alquírico
%vehículo no volátil	: Min. 41%
Solventes	: Aromáticos
Densidad	: 75 a 85 (unidades Krebbs)
Fineza o grado de molienda	: Escala Hegman. Min. 3
Tiempo de secado	: Al tacto 5-10 minutos
Tiempo de secado completo	: Libre tránsito de vehículos 25+/-5min.

4.7.2 SEÑALIZACION VERTICAL

Se emplearán señales verticales al costado o sobre el camino, con la finalidad de reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos según el “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito automotor para Calles y Carreteras” del Ministerio de Transportes.

Siendo la función de las señales verticales, la de reglamentar, prevenir e informar al usuario de la vía, su utilización es fundamental principalmente en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no siempre son evidentes.

4.7.2.1 Clasificación de las señales verticales

De acuerdo a la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican en 3 grupos:

- a.** Señales Regulatoras o de Reglamentación: Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear un delito.
- b.** Señales de Prevención: Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.
- c.** Señales de Información: Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros.

4.7.2.1.1 Nota

Las indicadas señales son de carácter permanente, sin embargo, también deben utilizarse en situaciones temporales, que están referidas a aquellas que modifican transitoriamente la utilización u operación de la vía, en cuyo caso también podrá utilizarse señalización transitoria de carácter especial, estáticas y/o dinámicas de mensaje variable, a fin de prevenir e informar al usuario sobre la existencia de situaciones particulares en la vía, mediante mensajes oportunos y claros en tiempo real, de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente para cada caso.

4.7.2.2 Diseño

4.7.2.2.1 Descripción de Señales

La siguiente sección presenta la descripción en detalle de las señales verticales que serán designadas en diseño de Señalización de la Avenida Aeropuerto.

4.7.2.2.1.1 Señales Regulatoras o de Reglamentación

UBICACIÓN LATERAL

La ubicación lateral de las señales debe ser al lado derecho de la vía, fuera de las bermas y dentro del cono de atención del usuario; sin embargo, cuando existan movimientos vehiculares complejos, tales como vías de un sentido con dos o más carriles, tramos con prohibición de adelantamiento, o dificultad de visibilidad, podrá instalarse una señal similar en el lado izquierdo con fines de mejorar la seguridad vial.

En zonas rurales, la distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal, con excepción de los delineadores, deberá ser como mínimo 3,60 m. para vías con ancho de bermas inferior a 1,80 m., y de 5,00 m. para vías con ancho de bermas iguales o mayores a 1,80 m. En casos excepcionales y previa justificación técnica, las señales podrán colocarse a distancias diferentes a las

antes indicadas, cuando las condiciones del terreno u otras causas no lo permitan.

En las zonas urbanas, la distancia del borde de la calzada (sardinel) al borde próximo de la señal, deberá ser como mínimo 0,60 m. En casos excepcionales y previa justificación técnica, las señales podrán colocarse a distancias diferentes a la indicada, en función a las características de las veredas u otros elementos de la vía urbana materia de señalización.

SEÑAL DE PARE (R-1)



Esta señal dispone que el Conductor debe detener completamente el vehículo. Se colocará al borde de la vía como mínimo a una distancia de 2 m del inicio de la vía interceptada. Generalmente se complementa con marcas en el pavimento correspondiente a la línea de parada o cruce de peatones. Adicionalmente puede instalarse en el borde izquierdo o ser de mayor tamaño, cuando existan vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal del lado derecho sea insuficiente.

SEÑAL DE CEDA EL PASO (R-2)



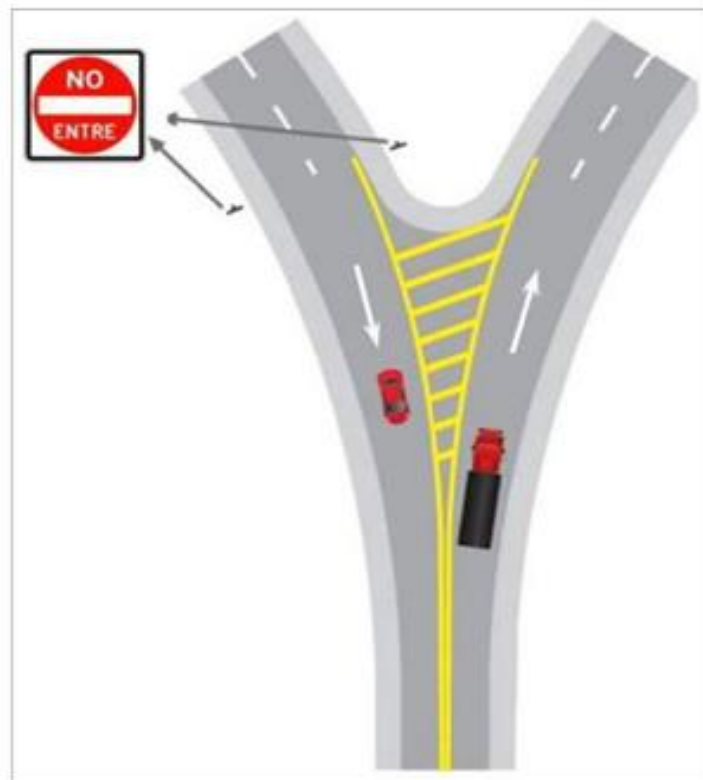
Esta señal dispone que los conductores cedan el paso a los vehículos que circulan por una vía preferencial, principal, prioritaria o glorietas. Adicionalmente podrá instalarse al lado izquierdo o ser de mayor tamaño, cuando existan vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal del lado derecho sea insuficiente.

SEÑAL DE NO ENTRE (R-4)

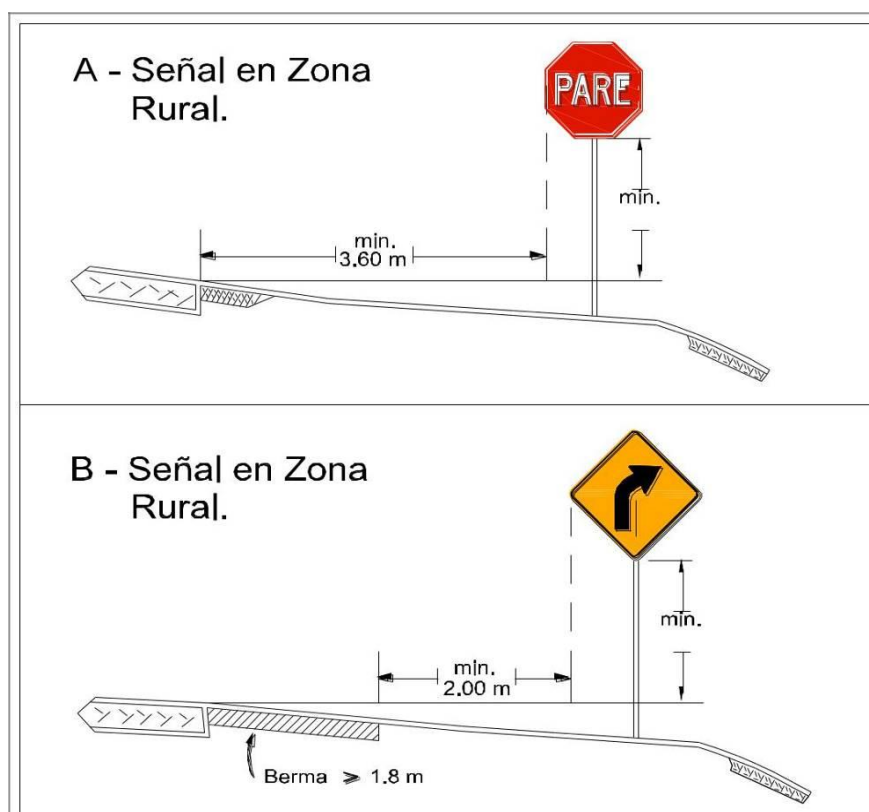


Esta señal prohíbe el ingreso a una zona restringida al tránsito o donde éste circula a contraflujo. Por lo general se usa en rampas de salida de autopistas a vías convencionales, para evitar la entrada contra el sentido del tránsito, así como en intersecciones en "Y" en vías de un solo sentido.

- Ejemplo de aplicación de señal NO ENTRE en intersecciones en “Y”, asignada en el Diseño de Señalización de la Avenida Aeropuerto0



- Ejemplo de aplicación de Ubicaciones Laterales, asignada en el Diseño de Señalización de la Avenida Aeropuerto.



4.7.2.2.1.2 Señales de Prevención

Previenen a los conductores de la proximidad de irregularidades sucesivas en la superficie de rodadura de la vía, las cuales pueden causar daños o desplazamientos que afecten el control de los vehículos. Deben removerse una vez concluya las condiciones que obligaron su instalación.

También se utilizará para prevenir la proximidad de reductores de velocidad tipo sonorizadores, bandas sonoras y otros.

A continuación, se indica la relación de las indicadas señales que serán designadas en diseño de Señalización de la Avenida Aeropuerto.

SEÑAL EMPALME EN ÁNGULO AGUDO A LA DERECHA (P-10A)



Esta señal advierte al Conductor que circula por una vía, la proximidad de un empalme o intersección con otra vía ubicada a la derecha en ángulo agudo.

SEÑAL UBICACIÓN DE REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO (P-33B)



Esta señal indica al Conductor el lugar o ubicación de un reductor de velocidad tipo resalto circular o trapezoidal

4.7.2.2.1.3 Señales de Prevención

Señal de destino con Indicación de Distancia

Se utilizan en las carreteras antes de una intersección, para indicar al usuario la dirección que debe seguir para llegar a una población o punto determinado. Informando al mismo tiempo la distancia a la que se encuentra el destino mostrado.

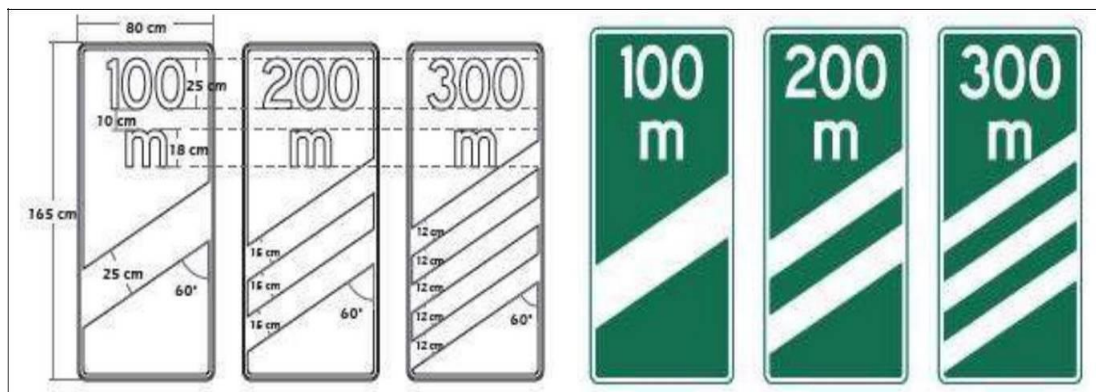
- Ejemplo de aplicación de Señales de Destino, asignada en el Diseño de Señalización de la Avenida Aeropuerto.



Balizas de acercamiento

Se utilizan sólo en autopistas para indicar la distancia de 300 m, 200 m y 100 m al inicio del carril deceleración o de salida. Sólo se deben usar en conjunto con señales de pre señalización y de dirección.

En el caso de existir enlaces de salidas consecutivas menores a 300 m., sólo deben usarse para la primera de ellas.



DISEÑO DE SEÑALIZACION

TRAMO 1 (DEL OVALO HACIA EL AEROPUERTO “IDA”)

El tramo que va en desarrollo desde el inicio de pavimentación en estudio hasta el aeropuerto, cuenta con la siguiente señalización vial (ubicar en plano de señalización):

Tabla 37 - Señalización Vertical Ida

SEÑALIZACIÓN VERTICAL	PROGRESIVA
Señal Aeropuerto	0.00 + 11
Señal Ubicación Reductor de Velocidad Tipo Resalto	0.00 + 115
Señal de Pare	0.00 + 119
Señal de Cruce Peatonal	0.00 + 133
Señal de Pare	0.00 + 189
Señal de Pare	0.00 + 276
Señal de Cruce Peatonal	0.00 + 293
Señal Empalme en Ángulo Agudo a la Derecha	0.00 + 357
Señal Ubicación Reductor de Velocidad Tipo Resalto	0.00 + 360
Señal de Pare	0.00 + 366
Señal de Ceda el Paso	0.00 + 423
Señal de Cruce Peatonal	0.00 + 425
Señal Ubicación Reductor de Velocidad Tipo Resalto	0.00 + 703
Señal de Pare	0.00 + 716
Señal de Cruce Peatonal	0.00 + 734
Señal Ubicación Reductor de Velocidad Tipo Resalto	0.00 + 879
Señal de Pare	0.00 + 888
Señal de Cruce Peatonal	0.00 + 904

Señal Aeropuerto	0.00 + 966
Señal de Pare	0.00 + 982

TRAMO 2 (DEL AEROPUERTO HACIA EL OVALO “VUELTA”)

El tramo que va en desarrollo desde el aeropuerto hasta el inicio de pavimentación en estudio, cuenta con la siguiente señalización vial:

Tabla 38 - Señalización Vertical Vuelta

SEÑALIZACIÓN VERTICAL	PROGRESIVA
Señal de Ceda el Paso	1000.00 – 15
Señal de Pare	1000.00 – 95
Señal de Ceda el Paso	1000.00 – 109
Señal Ubicación Reductor de Velocidad Tipo Resalto	1000.00 – 230
Señal de Pare	1000.00 – 260
Señal de Ceda el Paso	1000.00 – 281
Señal de Pare	1000.00 – 503
Señal Ubicación Reductor de Velocidad Tipo Resalto	1000.00 – 571
Señal de Ceda el Paso	1000.00 – 575
Señal de Pare	1000.00 – 707
Señal de Cruce Peatonal	1000.00 – 720
Señal Curva a la Derecha	1000.00 – 777
Señal de Pare	1000.00 – 793
Señal de Ceda el Paso	1000.00 – 807
Señal de Pare	1000.00 – 864

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis de la contrastación de los resultados del trabajo de Investigación, en relación con otros resultados asociados.

Resultados de otras Tesis:

- Bermúdez Delfín, Guzmán Díaz (Tesis - 2016) “Estudio y Diseño de Transitabilidad Vial en las Calles de la Asociación Pro Vivienda Virgen del Rosario, Distrito de Ancón, Lima – Lima” **(DR-1)**
- Gómez, S. (Tesis - 2014). “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau, Trujillo – La Libertad” **(DR-2)**

1. Según nuestros resultados, encontramos con un diseño de pavimentación de más de 1.770E+06 (ESAL de diseño), y en otras fuentes como **(DR-1)** los resultados que ellos analizaron arrojaron 9.426E+05 (ESAL DE DISEÑO).

Los resultados obtenidos del (ESAL de diseño) fueron los siguientes:

Resultados de nuestra Tesis

Tipo de vehículo	IMDa	Tasa de crecimiento	Factor de crecimiento	Factor carril	Factor camión	EAL
Livianos						
Mototaxi	20	4.00%	26.87	0.80	0	0.00
Automóvil	170	4.00%	26.87	0.80	0.003	5168.58
Camioneta	145	4.00%	26.87	0.80	0.185	263656.37
Microbús	25	4.00%	26.87	0.80	2.987	732476.87
Pesados						
Ómnibus 2E	13	4.00%	26.87	0.80	3.845	490243.14
Ómnibus 3E	8	4.00%	26.87	0.80	3.554	278848.26
EAL						1'770,393.22

Resultados de otras Tesis

Tipo de Vehículo	IMD _A	Tasa de crecimiento	Factor de Crecimiento	Factor Carril	Factor Camión	ANUAL	EAL
MOTOTAXIS	225	3.00%	11.46	1	0	365	0.0
AUTOS	143	3.00%	11.46	1	0.0044	365	1316.39
CAMIONETA	25	3.00%	11.46	1	0.2622	365	13635.7
MICROBÚS	55	3.00%	11.46	1	3.5805	365	415213.9
OMNIBUS 2E	54	3.00%	11.46	1	4.5002	365	512452.0
OMNIBUS 3E	0	3.00%	11.46	1	3.4805	365	0.0
TOTAL						EAL	942,618

Fuente: Estudio de Ejes Equivalentes (ESAL de diseño) Bermúdez y Guzmán (Tesis - 2016)

NOTA

- a. Dado las definiciones adquiridos por ambos los resultados de la (**DR-1**) son menores debido a que la Tasa de Crecimiento (t%) ellos trabajan con un valor al 3% ya que el valor del Volumen Diario (IMD) con respecto al Tráfico Pesado es menor, ya que solo contabilizaron de acuerdo a su estudio de Tráfico ómnibus de 2 ejes con valores no significativos.
- b. De nuestros resultados adquiridos el (ESAL de diseño) asciende a cifras coherentemente analizadas debido a que realizamos el conteo vehicular en horas puntas por un periodo de 7 días, en donde pudimos constatar que los valores del Volumen Diario (IMD) con respecto al Tráfico Pesado son relativamente mayores y ascienden entre 10 a 30 vehículos/día de 2 a 3 ejes. Ubicando nuestro rango de Tráfico Pesado en la Posición número seis (T_{P6}) según el "Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos 2013".

Número De Repeticiones Acumuladas De EE De 8.2Tn, en el Carril De Diseño Para Pavimentos Flexibles

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

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos 2013

- c. Otro factor que es involucrado mucho en diseño de Ejes Equivalentes (EE), es el Factor Carril (Fc) ya que según su definición está ligada mucho al número de calzadas en ambas direcciones (dos sentidos). El valor que arroja por definición en nuestra Tesis es $F_c=0.80$, ya que nuestro lugar de estudio consta de dos calzadas en ambas direcciones y constituida por una berma central, mientras que la **(DR-1)** es $F_c=1.00$, ya que consta con una sola calzada en ambas direcciones, por lo que su EAL de diseño es mucho menor.

2. Se analizó los espesores del pavimento flexible según la metodología aashto 93, comparando con analisis realizados de tesis del ambito local y normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Los resultados obtenidos de los espesores del pavimento flexible fueron los siguientes:

Resultados de nuestra Tesis

Resultados de otras Tesis

Capa de Rodadura

2" = 5.08 cm

2" = 5.08 cm

Capa Base

8" = 20.32 cm

8" = 20.32 cm

Capa Subbase

6" = 15.24 cm

8" = 20.32 cm

Resultados de otras Tesis:

Bermúdez Delfín Emma, Guzmán Díaz Zendy - (Tesis - 2016)
"Estudio y Diseño de Transitabilidad Vial en las Calles de la Asociación Pro Vivienda Virgen del Rosario, Distrito de Ancón, Lima – Lima"

CONCLUSIONES

1. La vía que vincula la ciudad de Trujillo, con el Aeropuerto de Huanchaco y que potencia ser de nivel Internacional, actualmente muestra condiciones deplorables de presentación urbanística y de operatividad, puesto que tiene deformaciones en su capa de rodadura, veredas inadecuadas, carencia de señalizaciones, etc. por lo que su transitabilidad es inadecuada y da mal concepto de la ciudad de Trujillo, para lo visitantes y usuarios de ese importante terminal aéreo.
2. En tal concepto y en la perspectiva de coadyuvar a mejor presentación, así como la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en nuestra Universidad de la UPAO en materia de Pavimentos, es que nos hemos propuesto realizar proyectivamente como Tesis para nuestra graduación académica, el diseño renovado del pavimento de dicha importante vía para la ciudad de Trujillo.
3. Del Estudio realizado donde se analiza detalladamente el comportamiento del Tráfico vehicular que se desarrolla en dicha vía de acceso, hemos determinado que el flujo vehicular en ese espacio se presenta un IMDA de 381 vehículos con un EAL de 1'770,000 proyectado a 20 años, ello nos indica que el tránsito vehicular, es relativamente representativo, puesto que en su mayoría los vehículos que transitan son es del tipo ligero.
4. También como resultados del Estudio topográfico efectuado, se determinó que el terreno es bastante llano con una pendiente promedio del orden del 2 %. Así mismo, de acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos, realizados mediante la ejecución de dos calicatas, los valores obtenidos (Estratigrafía) determinan que el SUELO DE FUNDACION en la calicata **C-1**, presenta un CBR promedio al 100% de 32.89% y un CBR igual a 18.60% al 95% de M.D.S. En tanto que la calicata **C-2**: Presenta un CBR promedio al 100% igual a 33.05% y CBR igual a 18.80% al 95% de M.D.S., lo permite clasificar que los suelos de soporte vial son de **buena calidad**, condiciones que van a influir positivamente en el diseño y comportamiento

de los pavimentos ante la presencia de las cargas vehiculares, que en general como ya hemos comentado es del tipo liviano.

5. Es importante precisar que de acuerdo a los análisis de suelos indicados en precedente párrafo y verificados en laboratorio, se tiene que la estratigrafía geológica de la zona materia del presente estudio, está conformada por Grava pobremente graduada con finos limosos **(GP-GM)**.
6. La mayor parte de los gráficos y metodologías brindadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), para los efectos de diseño vial están en función al tipo de tránsito (PT) y ejes equivalentes (EE). En cambio, en la guía del AASHTO 93, método que hemos optado utilizar el diseño estructural de la vía, está en función de diversas variables tales como: Coeficiente estadístico de la desviación estándar (ZR), Modulo de resiliencia (MR) del suelo, Confiabilidad (R) de la información obtenida, grado de servicialidad de la vía, así como Ensayo de relación de soporte de california (CBR), etc. Parámetros que nos permiten tener una mejor respuesta o de mayor seguridad a nuestro diseño.
7. Consecuentemente de acuerdo a la Metodología AASHTO empleada, los espesores que se obtuvieron en el diseño del Pavimento para la Capa de Rodadura fue 2" = 5.08 cm. Cuya mezcla asfáltica debe ser asfalto en caliente con un Marshall de 8,000, la capa Base de 6" = 15 cm y con material de afirmado con un CBR del 80% y finalmente la Sub Base de 4" = 10 cm. con material granular de un CBR mínimo del 30%. Especificaciones Técnicas que permitirán dar la servicialidad funcional y estructural a la vía por un período de vida de 20 años.
8. También con la finalidad de que las vías tengan una adecuada Señalización Vial de acuerdo a normas de Tránsito respectivo, hemos complementado nuestro trabajo, con gráficos que delimitan carriles vehiculares, pasos peatonales, bermas laterales, etc. mediante símbolos, letras y flechas indicadoras del sentido del tránsito, áreas neutras, cebras peatonales, simbología, etc.

RECOMENDACIONES

1. Para determinar el valor de confiabilidad se debe tener en cuenta el uso esperado del pavimento, ya que el costo del pavimento sería elevado, si el nivel de serviciabilidad no alcanza su uso esperado y será necesario realizar mantenimientos. Un nivel de confiabilidad alto implica que un pavimento se realice con mayores costos iniciales.
2. La ejecución del presente proyecto deberá realizarse siguiendo las consideraciones y especificaciones propuestas, para lograr un funcionamiento eficiente durante el periodo de vida de diseño.
3. Del estudio de Mecánica de Suelos, en el caso que se encuentren filtraciones de agua o sectores de suelos saturados, se deberá considerar la construcción o colocación de estructuras de drenaje y reemplazo del material si es necesario.
4. Se recomienda la ejecución periódica del mantenimiento vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Coronado, J (2002). Manual Centroamericano para Diseños de Pavimentos: Universidad de Piura.

Gómez, S. (2014). Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad. (Tesis de para obtener el título de Ingeniero Civil) Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Manual de Carreteras: Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Manual de Carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos (2014), (1ra Ed). Lima – Perú: Macro.

Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2013). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Montejo, A (2002) Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño. Tercera edición. Colombia: Universidad Católica de Colombia.

Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010 Pavimentos Urbanos (2010), (1ra Ed) - Lima - Perú: Grupo Universitario.

ANEXOS

ANEXO N° 1

ESTUDIO DE SUELOS



INFORME TECNICO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO:

“ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO
DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA
METODOLOGIA AASHTO 93”

SOLICITANTE:

MUDARRA VILCA IRVING; MANAYAY RIVAS LENIN

UBICACIÓN:

DISTRITO	:	HUANCHACO
PROVINCIA	:	TRUJILLO
DEPARTAMENTO	:	LA LIBERTAD

06 DE NOVIEMBRE DEL 2017

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

1.0 ALCANCES:

El presente informe Técnico, contiene los resultados y conclusiones del Estudio de Mecánica de Suelos solicitados a nuestro Laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo con los requerimientos del proyecto denominado: **“ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93”**.

La finalidad del estudio fue poder identificar y conocer el tipo de suelo existente en la zona así como determinar las principales propiedades físico-mecánicas de este y su comportamiento frente a la aplicación de cargas.

2.0 TRABAJOS DE CAMPO:

Los trabajos de campo, consistieron en la excavación de dos (02) calicatas o pozos a cielo abierto de acorde a la Norma ASTM D420.

Las investigaciones de Campo estuvieron íntimamente ligadas y elaboradas por nuestra Empresa a cielo abierto.

La profundidad máxima alcanzada fue de 1.50 m., computados a partir del nivel de sub rasante, lo que nos permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a ejecutar de cada uno de los estratos de suelos encontrados.



GEOSAND
Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

El nivel freático y/o aguas por filtración no se encontraron hasta la profundidad explorada ver profundidad en la descripción de la calicata.

A medida que se efectuaron las excavaciones se describieron en forma tacto-visual los suelos (color, textura, etc.) a fin de establecer la secuencia, ubicación y espesores de los diferentes mantos que conforman la estratigrafía del área estudiada, en concordancia con la Norma ASTM D2487.

Los resultados, se muestran en los cuadros de resultados de parámetros físicos y mecánicos deducidos para el diseño de la pavimentación.

3.0 TRABAJOS DE LABORATORIO:

Las muestras procedentes de las excavaciones de las calicatas, fueron extraídas y recepcionadas por el personal técnico de nuestra oficina, la que llegó en bolsa de polietileno, debidamente identificada.

Al momento de recepcionar las muestras, se nos alcanzó también la composición estratigráfica del suelo, señalando la profundidad de excavación y espesor de las diferentes capas de suelo encontrados.

De las muestras procedentes de las excavaciones de las calicatas, se efectuaron los ensayos correspondientes a clasificación (granulometría y límites de Atterberg), humedad natural, proctor modificado, C.B.R., todos estos ensayos fueron realizados de acuerdo a lo estipulado en normas técnicas tal como se indica a continuación:



GEO SAND
Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

- CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD, mediante procedimiento de secado en estufa a la temperatura de 110° C, según norma ASTM D2216.
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, por vía húmeda o por lavado con cribado normal, de acorde a la norma ASTM D422.
- LÍMITES DE ATTERBERG, Límite líquido y Límite plástico, de acorde con la norma ASTM D1557.
- ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, mediante métodos manuales, de acorde con la norma ASTM D1557.
- ENSAYO DE C.B.R., de acuerdo a la norma ASTM D1883.
- CLASIFICACIÓN DE SUELOS, en base al Sistema de clasificación SUCS y AASHTO, acorde con la Norma ASTM D2487.

4.0 ESTRATIGRAFIA DEL SUELO:

De acuerdo a los análisis realizados a la muestra proporcionada y de los antecedentes indicados anteriormente, se logra establecer que la estratigrafía del suelo de fundación a nivel superficial es la siguiente; Podemos encontrar, Grava pobremente gradada con finos limosos (**GP-GM**). Siendo la estratigrafía representativa del lugar tal como a continuación se lo expone:

CALICATA C-01:

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 1.50 m

Estrato de suelo identificado como Grava pobremente gradada con finos limosos **GP-GM**, tiene color marrón, una humedad natural de 2.43 % y una plasticidad $IP=0.00$ %. Sus componentes son: grava 60.90%, arena 33.41% y finos limosos 5.69%. El suelo tiene un peso volumétrico seco igual a 1.705 gr/cm³.


Ing. José Alberto Moja Chunga
CIP N° 167539
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El suelo tiene Máxima Densidad Seca igual a 1.938 gr/cm³ y Óptimo Contenido de Humedad 7.50%. CBR al 100% de M.D.S. 32.89% y CBR al 95% de M.D.S. igual a 18.60%.

A continuación se presenta el cuadro de resultados de ensayos de laboratorio:

CALICATA C-01	
ESTRATO	E-1
PROF. (m)	0.00 - 1.50
SUCS	GP-GM
DESCRIPCION	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON FINOS LIMOSOS
< 200	5.69 %
LL	0.00 %
LP	0.00 %
IP	0.00 %
% W	2.43 %
γ_{seco} (gr/cm ³)	1.705
M.D.S.	1.938
O.C.H.	7.50
CBR (100%M.D.S.)	32.89

Dónde:

SUCS: Sistema Unificado Clasificación de Suelos.

< 200 : Partículas menores del tamiz N° 200.

LL : Límite Líquido.

LP : Límite Plástico.


Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

IP : Índice Plástico.
 %Wn : Contenido de Humedad Natural.
 γ_{seco} : Peso volumétrico seco (Ton/m³).

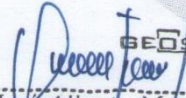
CALICATA C-02:

ESTRATO E-2 / profundidad 0.00 – 1.50 m

Estrato de suelo identificado como Grava pobremente gradada con finos limosos **GP-GM**, tiene color marrón, una humedad natural de 2.57 % y una plasticidad IP=0.00 %. Sus componentes son: grava 62.30%, arena 32.05% y finos limosos 5.65%. El suelo tiene un peso volumétrico seco igual a 1.720 gr/cm³. El suelo tiene Máxima Densidad Seca igual a 1.952 gr/cm³ y Óptimo Contenido de Humedad 7.52%. CBR al 100% de M.D.S. 33.05% y CBR al 95% de M.D.S. igual a 18.80%.

A continuación, se presenta el cuadro de resultados de ensayos de laboratorio:

CALICATA C-02	
ESTRATO	E-2
PROF. (m)	0.00 - 1.50
SUCS	GP-GM
DESCRIPCION	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON FINOS LIMOSOS
< 200	5.65 %
LL	0.00 %
LP	0.00 %
IP	0.00 %
% W	2.57 %
γ_{seco} (gr/cm ³)	1.720
M.D.S.	1.952
O.C.H.	7.50
CBR (100%M.D.S.)	33.05


Ing. José Alberto Moya Chunga
 CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

1.- REQUISITOS DEL DISEÑO

- a. Periodo de Diseño (Años)
- b. Número de Ejes Equivalentes Total (W18)
- c. Serviciabilidad Inicial (pi)
- d. Serviciabilidad Final (pt)
- e. Factor de Confiabilidad (R)
- STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
- OVERALL STANDARD DEVIATION (So)

20
2.56E+06
4.2
2.0
85%
-1.036
0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

- a. Módulo de Resiliencia de la Base (KIP/plg²)
- b. Módulo de Resiliencia de la Sub-Base (KIP/plg²)
- c. CBR promedio al 95% M.D.S
- d. Módulo de Resiliencia de la Sub-Rasante (KIP/plg²)

29.05
18.89
18.60%
27.90

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * So + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(MR) - 8.07$$

$$A = \log_{10}(W_{18})$$

SN = 2.32

$$B = Z_r * So + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(MR) - 8.07$$

A = B
6.41 = 6.41

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

- Mortero Asfáltico (a1)
- Base Granular (a2)
- Subbase (a3)

0.40
0.13
0.12

b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

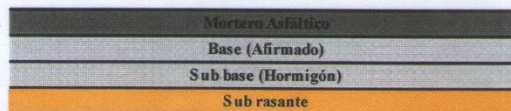
- Base granular (m2)
- Subbase (m3)

0.80
0.80

El espesor mínimo para base y sub base será de 15cm.

DISEÑO	SNreq.	SNresul.	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	2.32	2.40	5.00	20.00	20.00

5. DISEÑO PROPUESTO



- 5 cm = 2 plg
- 20 cm = 8 plg
- 20 cm = 8 plg

Jose Alberto Moya Chunga
Ing. Jose Alberto Moya Chunga
 CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



6.0 CONCLUSIONES:

- En las muestras obtenidas se realizaron las determinaciones necesarias para poder proceder a su clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el Sistema AASHTO, a saber: Límite líquido, límite plástico, y porcentaje de partículas menores que las mallas número 40 y 200, mediante análisis granulométrico por lavado, así como también se determinó la humedad natural.
- De acuerdo a las investigaciones de campo realizados y a los resultados de laboratorio, se tiene que la estratigrafía de la zona del proyecto para: SUELO DE FUNDACION, está conformado por Grava pobremente gradada con finos limosos (GP-GM).
- De acuerdo a las características de los suelos encontrados, se determinó la capacidad de soporte de la sub rasante, lográndose establecer las cargas en los estratos (E-1). Se obtuvieron los valores de óptimo contenido de humedad (OCH), máxima densidad seca (MDS) y C.B.R.
- De los valores obtenidos (Estratigrafía), se tiene que: el TERRENO DE FUNDACION C-1: Presenta un CBR promedio al 100% igual a 32.89% y CBR igual a 18.60% al 95% de M.D.S., C-2: Presenta un CBR promedio al 100% igual a 33.05% y CBR igual a 18.80% al 95% de M.D.S., que los clasifican de **buena calidad** como suelos de fundación, condiciones que van a afectar su comportamiento ante la presencia de cargas.
- Espesores de Pavimento:
Carpeta asfáltica: 5cm
Base (Afirmado): 20cm
Sub base (Hormigón): 20cm.


GEO SAND
Ing. Jose Alberto Moya Chunga
C.I.P. N° 167539
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

7.0 RECOMENDACIONES:

- En el caso que se encuentren filtraciones de agua o sectores de suelos saturados, el proyectista deberá considerar la construcción o colocación de estructuras de drenaje y reemplazo de material de ser necesario.

Trujillo, 06 de Noviembre del 2017


Ing. Alberto Moya Chunga
CIP N° 107539
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALICATA N° 01

ESTUDIOS GEOTECNICOS

GEO SAND
PERU E.I.R.L.

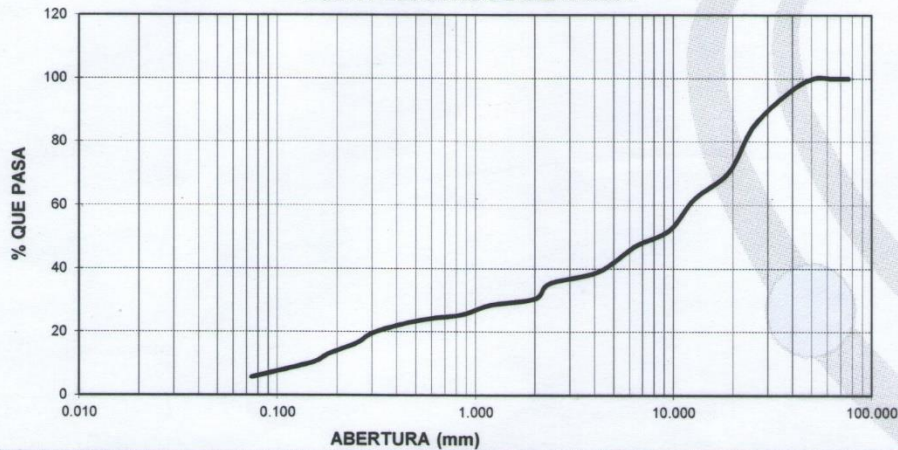
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO:	"ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"				
SOLICITANTES:	MUDARRA VILCA IRVING; MANAYAY RIVAS LENIN				
RESPONSABLE:	ING. JOSE ALBERTO MOYA CHUNGA (REG. CIP N° 167538)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:		E-1	ESTRATO: 1.00
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	NOVIEMBRE	2017	DIST.	HUANCHACO	

DATOS DEL ENSAYO						
PESO SECO INICIAL (gr.)		6144.00				
PESO SECO LAVADO (gr.)		5794.60				
PESO PERDIDO POR LAVADO (gr.)		349.40				
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 0.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	273	4.44	4.44	95.56	Ind. Plástico : 0.00
1"	25.400	643	10.47	14.91	85.09	Clas. SUCS : GP-GM
3/4"	19.050	899	14.63	29.54	70.46	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
1/2"	12.700	526	8.56	38.10	61.90	
3/8"	9.525	601	9.78	47.88	52.12	
1/4"	6.350	317	5.16	53.04	46.96	
N° 4	4.178	483	7.86	60.90	39.10	
8	2.360	231.70	3.77	64.68	35.32	P. Unitario : 1.705
10	2.000	293.20	4.77	69.45	30.55	
16	1.180	128.90	2.10	71.55	28.45	
20	0.850	184.30	3.00	74.55	25.45	CONTENIDO DE HUMEDAD
30	0.600	71.60	1.17	75.71	24.29	
40	0.420	116.90	1.90	77.61	22.39	W(%) : 2.43
50	0.300	172.40	2.81	80.42	19.58	
60	0.250	194.20	3.16	83.58	16.42	
80	0.180	207.10	3.37	86.95	13.05	
100	0.150	164.50	2.68	89.63	10.37	
200	0.074	287.80	4.68	94.31	5.69	
< 200		349.40	5.69	100.00	0.00	OBSERVACIONES
Total		6144.00				Grava pobremente gradada con finos limosos; 5.69% de finos que pasa la malla N°200, 60.90% de gravas y 33.41% de arenas, material de color marrón.

CURVA GRANULOMETRICA



Jose Alberto Moya Chunga
Ing. José Alberto Moya Chunga
 CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	"ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"				
SOLICITANTE:	MUDARRA VILCA IRVING; MANAYAY RIVAS LENIN				
RESPONSABLE:	ING. JOSE ALBERTO MOYA CHUNGA (REG.CIP N° 167538)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:	E-1	ESTRATO:	1.00
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	NOVIEMBRE	2017	DIST.	HUANCHACO	

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216				
DESCRIPCIÓN				
PESO DE TARRO	(gr.)	0.00		0.00
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(gr.)	419.60		387.20
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(gr.)	409.80		377.90
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	409.80		377.90
PESO DE AGUA	(gr.)	9.80		9.30
% DE HUMEDAD		2.39		2.46
% DE HUMEDAD PROMEDIO				2.43

PESO UNITARIO VOLUMETRICO ASTM-D-1587		
VOLUMEN DEL PICNÓMETRO	(cm3)	500.00
PESO DE LA MUESTRA	(gr.)	873.31
PESO DEL PICNÓMETRO	(gr.)	170.20
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA	(gr.)	1043.51
PESO UNITARIO (humedo)	(gr/cm3)	1.747
PESO UNITARIO (seco)	(gr/cm3)	1.705



GEO SAND
Ing. Jose Alberto Moya Chunga
CIP N° 167538
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"

MUESTRA : C-001
ESTRATO : C-001 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)

CERTIFICADO : SR-001
FECHA : Nov.-17
CLASF. (SUCS) : GP - GM
CLASF. (AASHTO) : A - 1 - a (0).

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339,145 / ASTM D-1883

COMPACTACION

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12055.00	12120.00	11786.00	11852.00	11512.00	11543.00
Peso de molde (g)	7613.00	7613.00	7590.00	7590.00	7620.00	7620.00
Peso del suelo húmedo (g)	4442.00	4507.00	4196.00	4262.00	3892.00	3923.00
Volumen del molde (cm ³)	2132.00	2132.00	2128.00	2128.00	2125.00	2125.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.083	2.114	1.972	2.003	1.832	1.846
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	518.30	1072.40	491.80	1059.20	487.10	1126.90
Peso suelo seco + tara (g)	482.10	993.50	457.40	977.90	452.80	1032.10
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	36.20	78.90	34.40	81.30	34.30	94.80
Peso de suelo seco (g)	482.10	993.50	457.40	977.90	452.80	1032.10
Contenido de humedad (%)	7.51	7.94	7.52	8.31	7.58	9.19
Densidad seca (g/cm ³)	1.938	1.958	1.834	1.849	1.702	1.691

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Nov.-17	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.-17	10:30	24	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
Nov.-17	10:30	48	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
Nov.-17	10:30	72	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
Nov.-17	10:30	96	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		27	119.1			14	60.7			6	24.7		
1.270		48	213.5			26	114.6			11	47.2		
1.905		77	343.9			40	177.6			18	78.7		
2.540	70.455	101	451.9	448.3	32.9	52	231.5	236.4	17.3	24	105.6	101.5	7.4
3.810		146	654.2			81	361.9			33	146.1		
5.080	105.682	189	847.6	843.0	41.2	103	460.9	464.0	22.7	42	186.6	187.9	9.2
7.620		258	1157.8			148	663.2			59	263.0		
10.160		315	1414.1			185	829.6			74	330.5		
12.700		352	1580.5			209	937.5			89	397.9		


Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

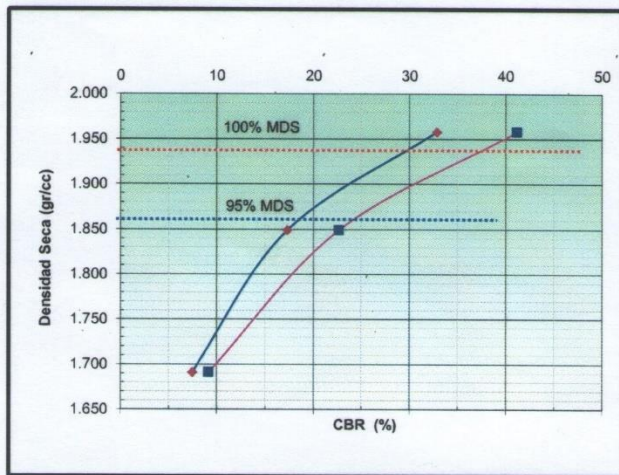
PROYECTO : "ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"

MUESTRA : C-001
ESTRATO : C-001 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)

CERTIFICADO: SR-001
FECHA: Nov.-17
CLASF. (SUCS): GP - GM
CLASF. (AASHTO): A - 1 - a (0).

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339,145 / ASTM D - 1883

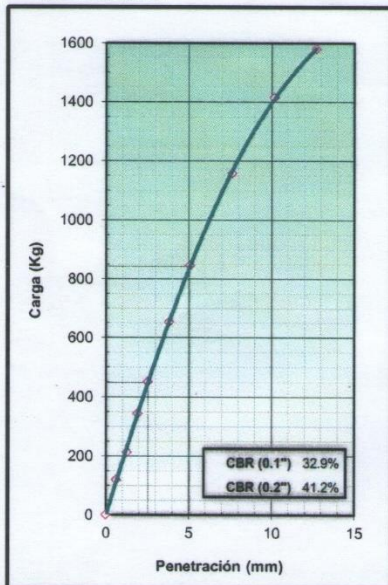


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.938
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.860

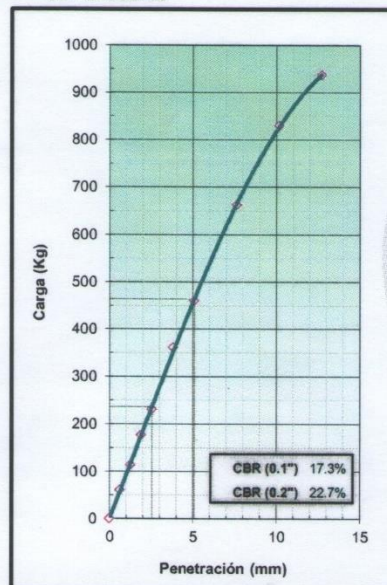
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	32.89	0.2":	41.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	18.60	0.2":	24.29

OBSERVACIONES:

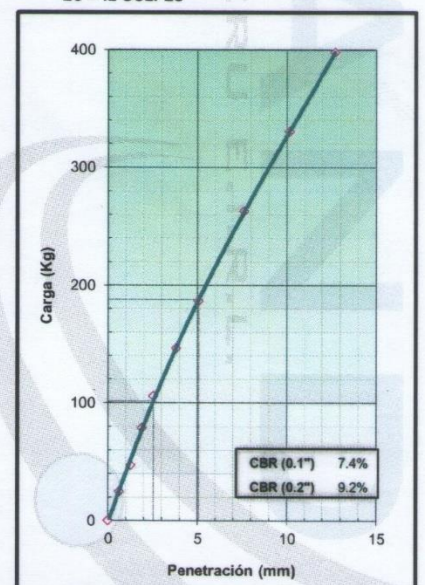
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"

CERTIFICADO: SR-001

FECHA: Nov.-17

MUESTRA : C-001

CLASF. (SUCS) : GP - GM

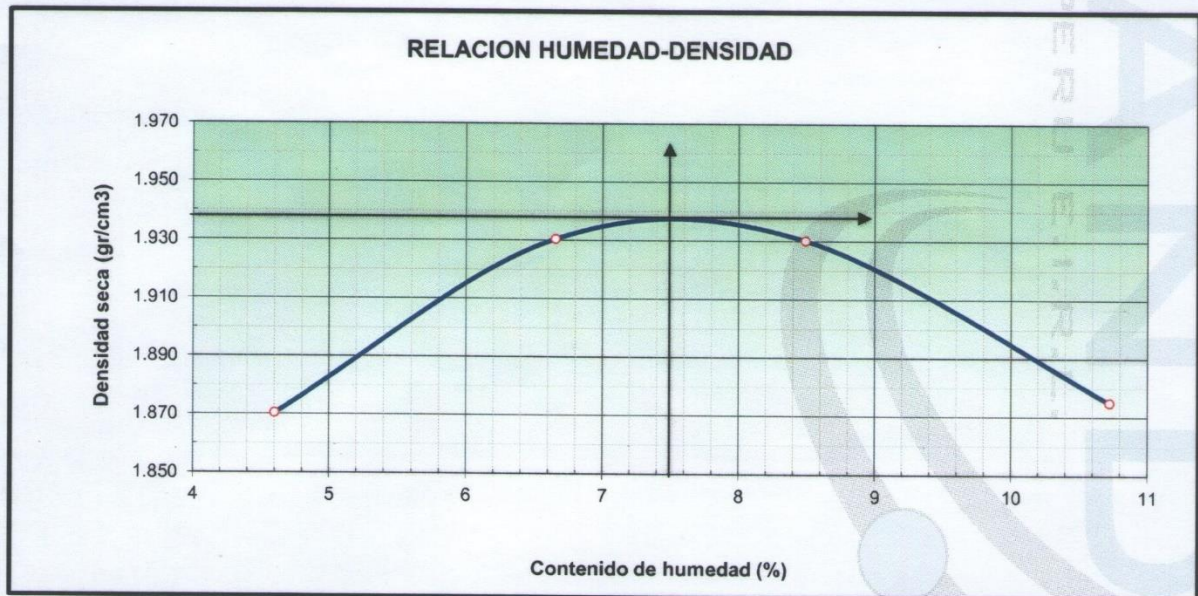
ESTRATO : C-001 - ESTRATO E-1 (PROF. = 1.50 m)

CLASF. (AASHTO) : A - 1 - a (0).

ENSAYO DE COMPACTACION ESTANDAR - METODO "C"

ASTM D - 698

Peso suelo + molde	gr	9742.00	9958.00	10032.00	9994.00
Peso molde	gr	5618.00	5618.00	5618.00	5618.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4124.00	4340.00	4414.00	4376.00
Volumen del molde	cm ³	2108.00	2108.00	2108.00	2108.00
Peso volumétrico húmedo	gr	1.956	2.059	2.094	2.076
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	1327.80	1349.50	1284.20	1360.90
Peso del suelo seco + tara	gr	1269.40	1265.30	1183.70	1229.10
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	58.40	84.20	100.50	131.80
Peso del suelo seco	gr	1269.40	1265.30	1183.70	1229.10
Contenido de agua	%	4.60	6.65	8.49	10.72
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.870	1.930	1.930	1.875
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					1.938
Optimo Contenido de Humedad (%)					7.50



Observaciones:


Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALICATA N° 02

ESTUDIOS GEOTECNICOS

GEO SAND
PERU E.I.R.L.

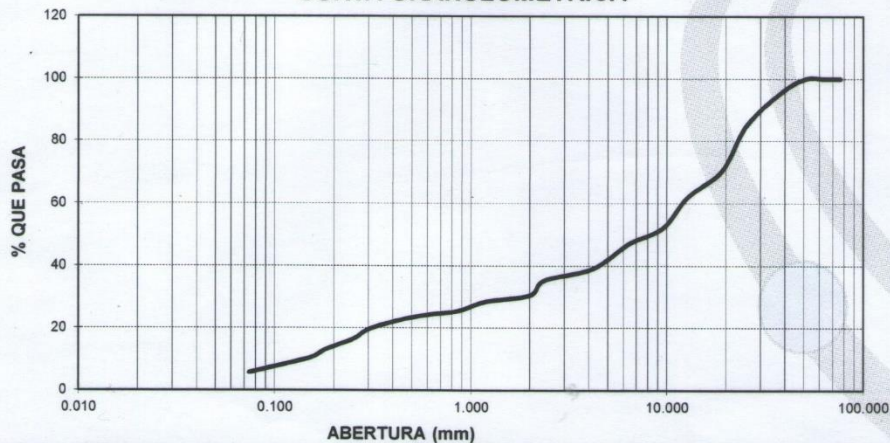


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422

PROYECTO:	"ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"					
SOLICITANTES:	MUDARRA VILCA IRVING; MANAYAY RIVAS LENIN					
RESPONSABLE:	ING. JOSE ALBERTO MOYA CHUNGA (REG.CIP N° 167538)					
CALICATA:	N° 02	MUESTRA:		E-2	ESTRATO: 1.50	
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO		
FECHA:	NOVIEMBRE	2017	DIST.	HUANCHACO		
DATOS DEL ENSAYO						
PESO SECO INICIAL (gr.)	6144.00					
PESO SECO LAVADO (gr.)	5794.60					
PESO PERDIDO POR LAVADO (gr.)	349.40					
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 0.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	273	4.44	4.44	95.56	Ind. Plástico : 0.00
1"	25.400	643	10.47	14.91	85.09	Clas. SUCS : GP-GM
3/4"	19.050	899	14.63	29.54	70.46	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
1/2"	12.700	526	8.56	38.10	61.90	
3/8"	9.525	601	9.78	47.88	52.12	
1/4"	6.350	317	5.16	53.04	46.96	PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO
N° 4	4.178	483	7.86	60.90	39.10	
8	2.360	231.70	3.77	64.68	35.32	P. Unitario : 1.705
10	2.000	293.20	4.77	69.45	30.55	
16	1.180	128.90	2.10	71.55	28.45	CONTENIDO DE HUMEDAD
20	0.850	184.30	3.00	74.55	25.45	
30	0.600	71.60	1.17	75.71	24.29	
40	0.420	116.90	1.90	77.61	22.39	W(%) : 2.43
50	0.300	172.40	2.81	80.42	19.58	
60	0.250	194.20	3.16	83.58	16.42	OBSERVACIONES
80	0.180	207.10	3.37	86.95	13.05	
100	0.150	164.50	2.68	89.63	10.37	
200	0.074	287.80	4.68	94.31	5.69	
< 200		349.40	5.69	100.00	0.00	Grava pobremente gradada con finos limosos; 5.69% de finos que pasa la malla N°200, 60.90% de gravas y 33.41% de arenas, material de color marrón.
Total		6144.00				

CURVA GRANULOMETRICA



Jose Alberto Moya Chunga
Ing. José Alberto Moya Chunga
 CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	"ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"				
SOLICITANTE:	MUDARRA VILCA IRVING; MANAYAY RIVAS LENIN				
RESPONSABLE:	ING. JOSE ALBERTO MOYA CHUNGA (REG.CIP N° 167538)				
CALICATA:	N° 02	MUESTRA:	E-2	ESTRATO:	1.50
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	NOVIEMBRE	2017	DIST.	HUANCHACO	

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ASTM D - 2216				
DESCRIPCIÓN				
PESO DE TARRO	(gr.)	0.00		0.00
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(gr.)	419.60		387.20
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(gr.)	409.80		377.90
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	409.80		377.90
PESO DE AGUA	(gr.)	9.80		9.30
% DE HUMEDAD		2.39		2.46
% DE HUMEDAD PROMEDIO				2.43

PESO UNITARIO VOLUMETRICO		
ASTM-D-1587		
VOLUMEN DEL PICNÓMETRO	(cm3)	500.00
PESO DE LA MUESTRA	(gr.)	873.31
PESO DEL PICNÓMETRO	(gr.)	170.20
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA	(gr.)	1043.51
PESO UNITARIO (humedo)	(gr/cm3)	1.747
PESO UNITARIO (seco)	(gr/cm3)	1.705


Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167538
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"

MUESTRA : C-002
ESTRATO : C-002 - ESTRATO E-2 (PROF. = 1.50 m)

CERTIFICADO : SR-001
FECHA : Nov.-17
CLASF. (SUCS) : GP - GM
CLASF. (AASHTO) : A - 1 - a (0).

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339,145 / ASTM D-1883

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12055.00	12120.00	11786.00	11852.00	11512.00	11543.00
Peso de molde (g)	7613.00	7613.00	7590.00	7590.00	7620.00	7620.00
Peso del suelo húmedo (g)	4442.00	4507.00	4196.00	4262.00	3892.00	3923.00
Volumen del molde (cm ³)	2132.00	2132.00	2128.00	2128.00	2125.00	2125.00
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.083	2.114	1.972	2.003	1.832	1.846
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	518.30	1072.40	491.80	1059.20	487.10	1126.90
Peso suelo seco + tara (g)	482.10	993.50	457.40	977.90	452.80	1032.10
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	36.20	78.90	34.40	81.30	34.30	94.80
Peso de suelo seco (g)	482.10	993.50	457.40	977.90	452.80	1032.10
Contenido de humedad (%)	7.51	7.94	7.52	8.31	7.58	9.19
Densidad seca (g/cm ³)	1.938	1.958	1.834	1.849	1.702	1.691

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Nov.-17	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov.-17	10:30	24	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
Nov.-17	10:30	48	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
Nov.-17	10:30	72	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
Nov.-17	10:30	96	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		27	119.1			14	60.7			6	24.7		
1.270		48	213.5			26	114.6			11	47.2		
1.905		77	343.9			40	177.6			18	78.7		
2.540	70.455	101	451.9	448.3	32.9	52	231.5	236.4	17.3	24	105.6	101.5	7.4
3.810		146	654.2			81	361.9			33	146.1		
5.080	105.682	189	847.6	843.0	41.2	103	460.9	464.0	22.7	42	186.6	187.9	9.2
7.620		258	1157.8			148	663.2			59	263.0		
10.160		315	1414.1			185	829.6			74	330.5		
12.700		352	1580.5			209	937.5			89	397.9		


Ing. José Alberto Moya Chunga
 CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

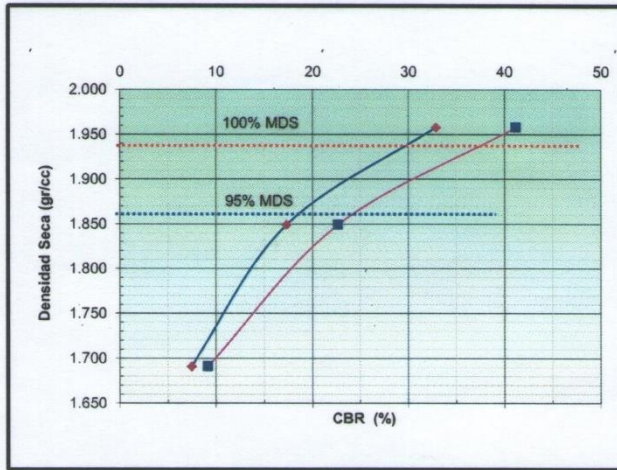
PROYECTO : "ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"

MUESTRA : C-002
 ESTRATO : C-002 - ESTRATO E-2 (PROF. = 1.50 m)

CERTIFICADO: SR-001
 FECHA: Nov.-17
 CLASF. (SUCS) : GP - GM
 CLASF. (AASHTO) : A - 1 - a (0)

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

NTP 339,145 / ASTM D - 1883

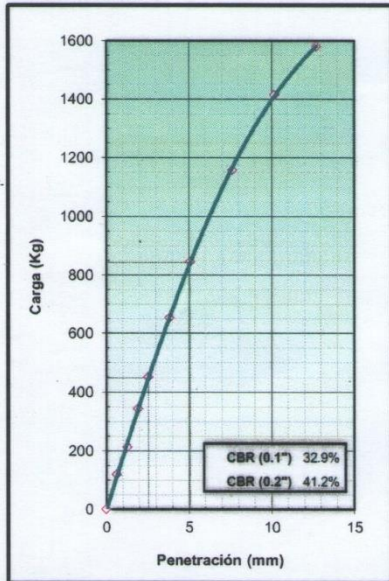


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.938
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.5
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.860

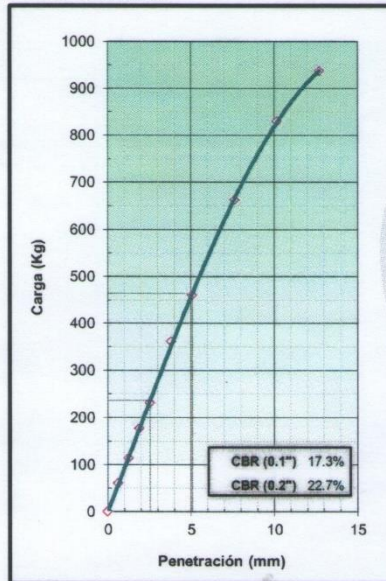
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 32.89	0.2": 41.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 18.60	0.2": 24.29

OBSERVACIONES:

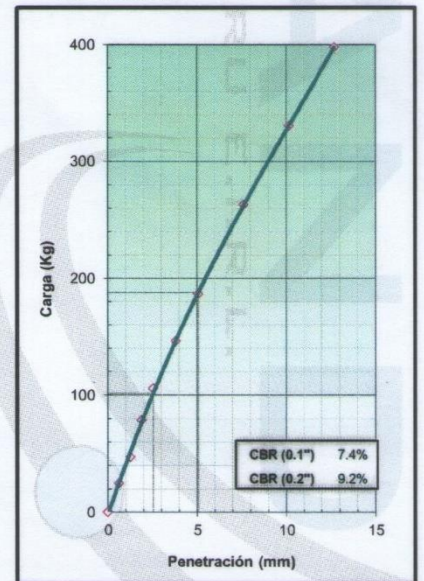
EC = 55 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Jose Alberto Moya Chunga
Ing. José Alberto Moya Chunga
 C.I.F. N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"

CERTIFICADO: SR-001

FECHA: Nov.-17

MUESTRA : C-002

CLASF. (SUCS) : GP - GM

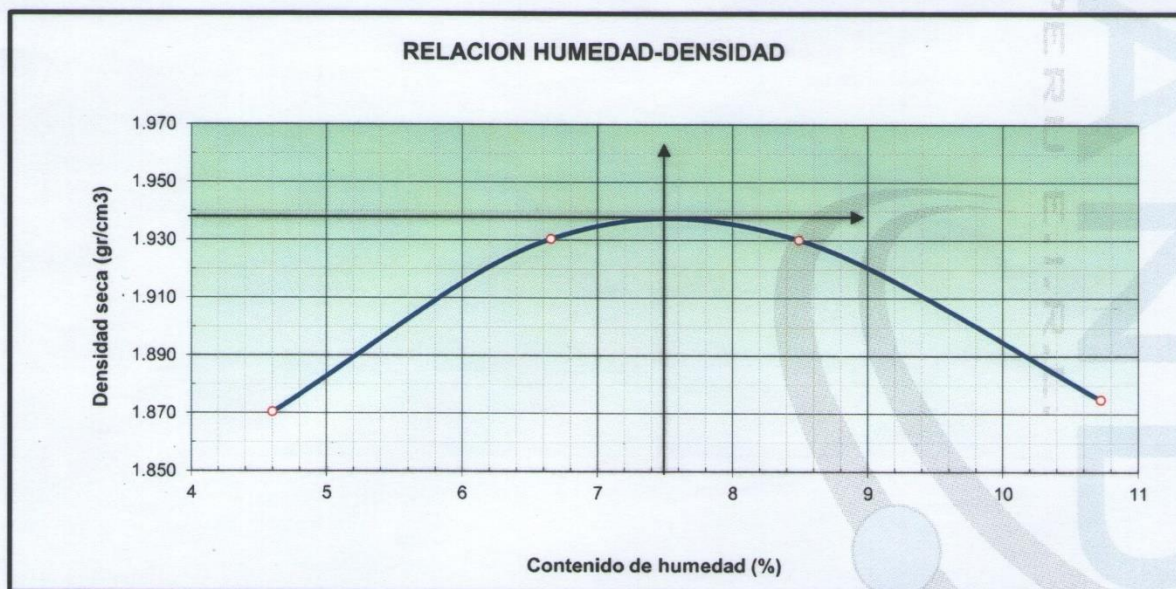
ESTRATO : C-002 - ESTRATO E-2 (PROF. = 1.50 m)

CLASF. (AASHTO) : A - 1 - a (0)

ENSAYO DE COMPACTACION ESTANDAR - METODO "C"

ASTM D - 698

Peso suelo + molde	gr	9742.00	9958.00	10032.00	9994.00
Peso molde	gr	5618.00	5618.00	5618.00	5618.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4124.00	4340.00	4414.00	4376.00
Volumen del molde	cm ³	2108.00	2108.00	2108.00	2108.00
Peso volumétrico húmedo	gr	1.956	2.059	2.094	2.076
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	1327.80	1349.50	1284.20	1360.90
Peso del suelo seco + tara	gr	1269.40	1265.30	1183.70	1229.10
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	58.40	84.20	100.50	131.80
Peso del suelo seco	gr	1269.40	1265.30	1183.70	1229.10
Contenido de agua	%	4.60	6.65	8.49	10.72
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.870	1.930	1.930	1.875
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					1.938
Óptimo Contenido de Humedad (%)					7.50



Observaciones:


Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GEOSAND
PERU E.I.R.L.
ESTUDIOS GEOTECNICOS



PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESTUDIOS GEOTECNICOS

GEOSAND
PERU E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO:	"ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"				
SOLICITANTE:	MUDARRA VILCA IRVING; MANAYAY RIVAS LENIN				
RESPONSABLE:	ING. JOSE ALBERTO MOYA CHUNGA (REG.CIP N° 167538)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:		ESTRATO E-01	
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	NOVIEMBRE	2017	DIST.	HUANCHACO	

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA N° 01	E-1	Grava pobremente gradada con finos limosos, material que pasa el 5.69% en la malla N° 200. De color marrón.	GP-GM	A-1-a (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						



ING. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167538
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO:	"ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93"					
SOLICITANTE:	MUDARRA VILCA IRVING; MANAYAY RIVAS LENIN					
RESPONSABLE:	ING. JOSE ALBERTO MOYA CHUNGA (REG.CIP N° 167538)					
CALICATA:	N° 02		MUESTRA:		ESTRATO E-02	
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD		PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	NOVIEMBRE	2017		DIST.	HUANCHACO	

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA N° 02	E-2	Grava pobremente gradada con finos limosos, material que pasa el 5.69% en la malla N° 200. De color marrón.	GP-GM	A-1-a (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						


Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GEO SAND
ESTUDIOS GEOTECNICOS PERU E.I.R.L.



PANEL FOTOGRAFICO

ESTUDIOS GEOTECNICOS


GEO SAND

PERU E.I.R.L.

GEO SAND

CALICATA N° 01:




GEO SAND
Ing. José Alberto Moya Chunga
CIP N° 167539
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS
GEO SAND
PERU E.I.R.L.

CALICATA N° 02:



ANEXO N° 2

ILUSTRACIONES

PANEL FOTOGRAFICO

Entrada de la Avenida Aeropuerto, en la que consta de dos vías y se encuentra en un estado deplorable para la transitabilidad vehicular.

Foto N°1



Foto N°2



Se observa en las imágenes que solo cuenta con tramos que fueron parchados tapando algunas imperfecciones, pero no en su totalidad.

Foto N°3



Foto N°4



Esta Vía que empieza del ovalo Huanchaco hasta el Aeropuerto de Trujillo Capitán FAP Carlos Martínez de Pinillos tiene que estar en buenas condiciones, ya que es una vía vehicular muy transitada por turistas nacionales e internacionales.

Foto N°5



Foto N°6

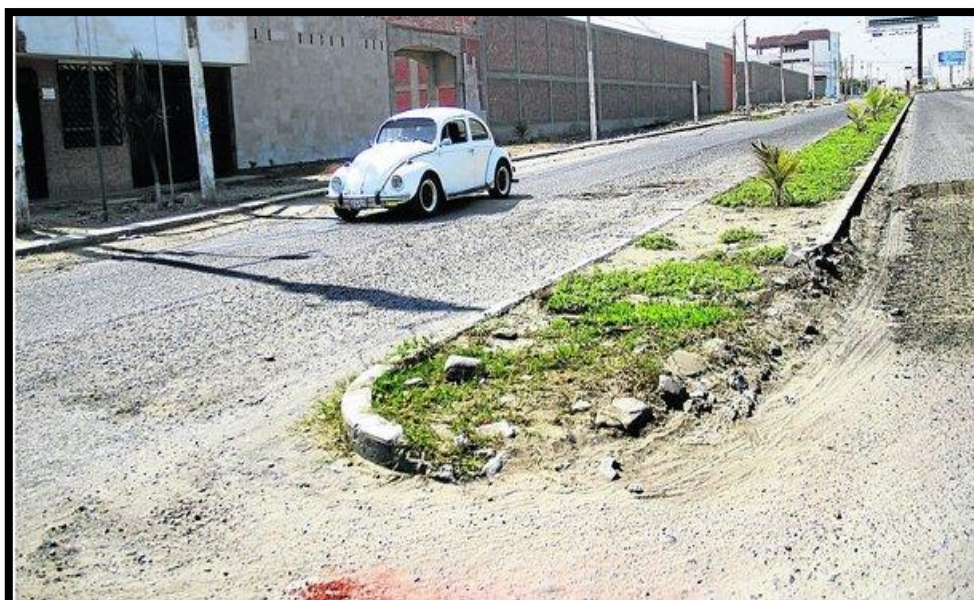


Foto N°7

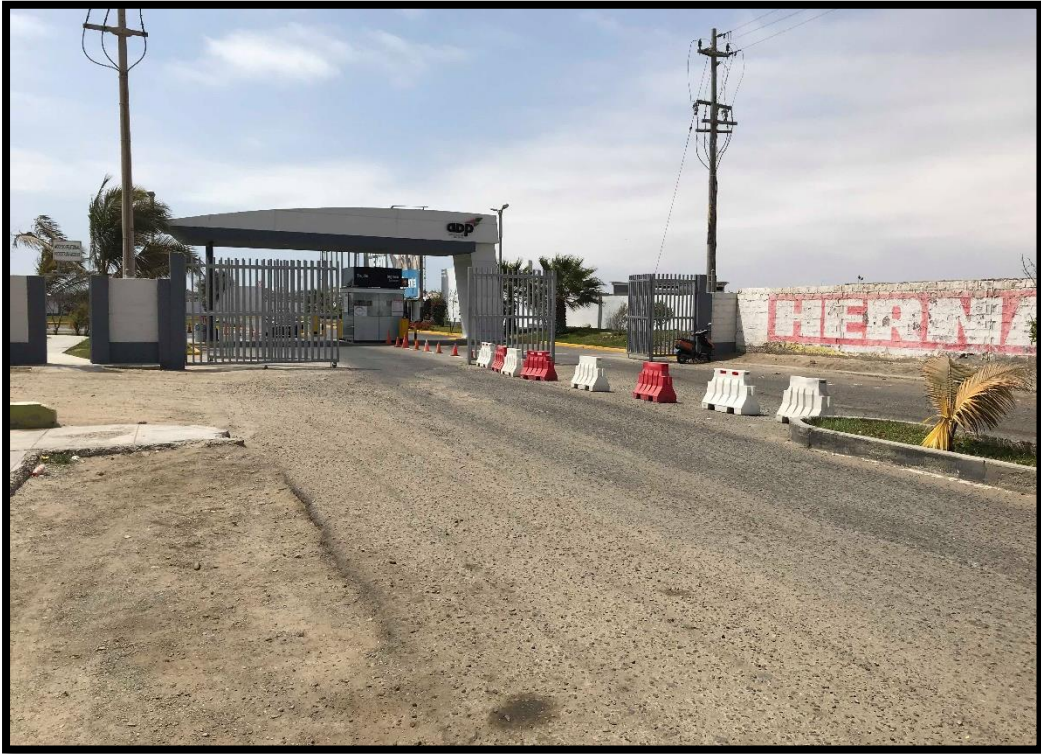


Foto N°8



ANEXO N° 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

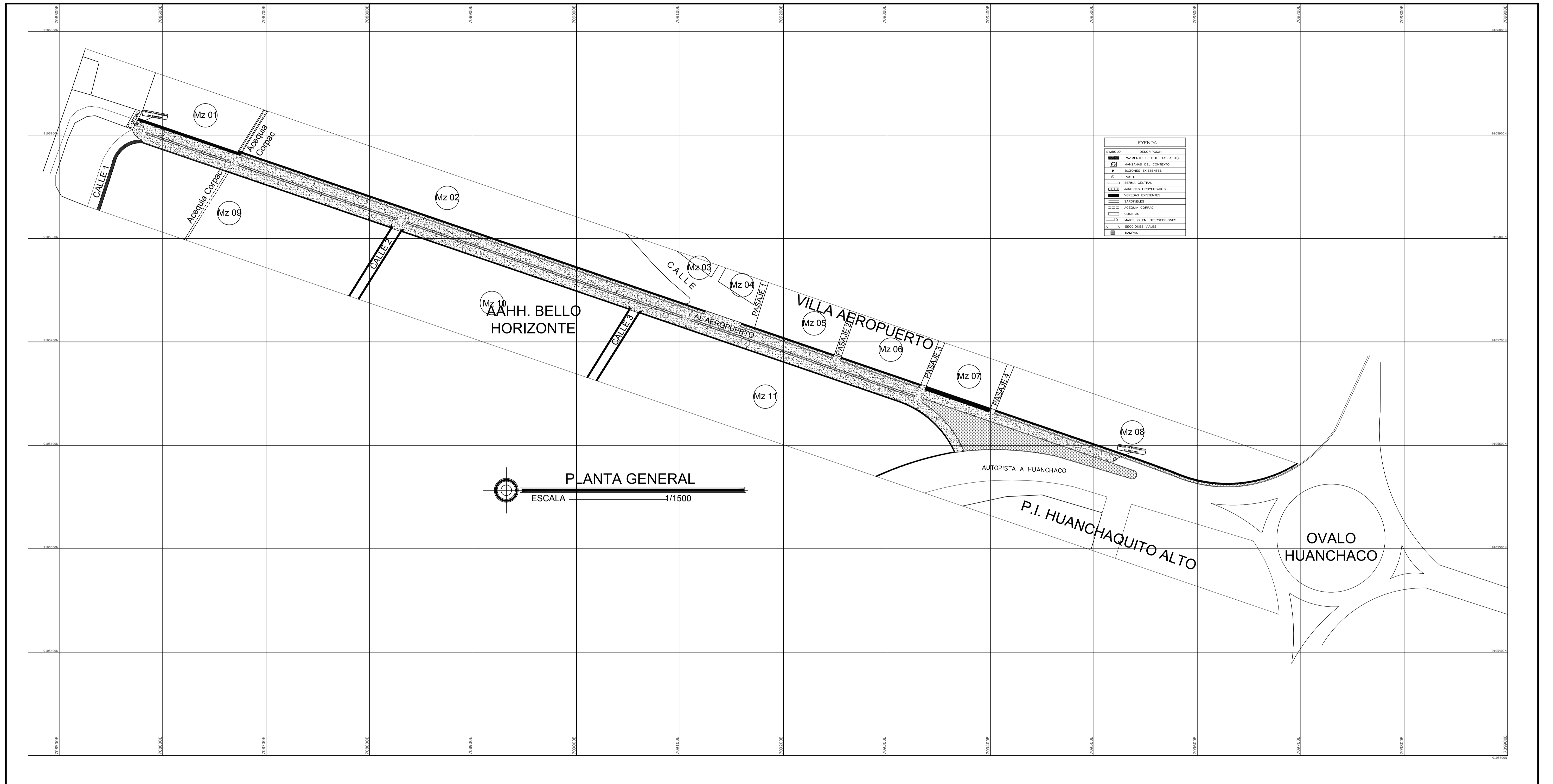
MATRIZ DE CONSISTENCIA

“ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93”

Problema General	Objetivos	Marco Teórico Conceptual	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p>Descripción La zona de estudio a intervenir es en el distrito de Huanchaco, donde actualmente existe red de agua y desagüe, servicios de energía eléctrica, telefonía, medios de comunicación; pero se pudo percibir problemas que afectan a la transitabilidad vial, como son: estado deplorable de la infraestructura vial, carencia de señalización vial, entre otros; generando incomodidad y falta de seguridad a los conductores vehiculares y peatonales. El punto inicial de estudio comienza desde el ovalo Huanchaco hasta el Aeropuerto Internacional Capitán FAP Carlos Martínez de Pinillos, en la que tiene que estar en óptimas condiciones ya que es una vía vehicular transitada por turistas nacionales e internacionales que llegan diariamente.</p> <p>El estudio de transitabilidad vial propuesto, será mediante la metodología AASHTO 93, en la que cumpla con las solicitudes requeridas para determinada vía, un diseño geométrico vial urbano y de señalización vial, los cuales serán motivo de desarrollo en la formulación del presente trabajo.</p> <p>Planteamiento ¿En qué medida la mejora de la transitabilidad vial en la Avenida Aeropuerto, distrito de Huanchaco, impacta en la durabilidad ya que actualmente no presenta condiciones adecuadas para un flujo vehicular y peatonal en crecimiento por las perspectivas de desarrollo económico y turístico en la ciudad de Trujillo?</p>	<p>Objetivo General Elaborar el estudio de transitabilidad vial en la Avenida Aeropuerto, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo - La Libertad, aplicando la metodología AASHTO 93.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Realizar el estudio de tránsito como variable esencial, ya que con base en los datos obtenidos se elaborará el perfil geométrico y la proyección futura de los ejes equivalentes que transitaran sobre la vía de la Avenida Aeropuerto. Realizar el estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación para conocer el perfil estratégico, la densidad, capacidad estructural de la subrasante CBR y clasificación de los suelos de la zona de estudio. De acuerdo con los resultados del estudio de suelo y tránsito vehicular determinar los parámetros de diseño para pavimentos según metodología AASHTO 93. Determinar los espesores para las diferentes capas que componen el Pavimento según los resultados obtenidos. Elaborar el diseño de Señalización Vial de la zona de estudio. Realizar el Diseño Geométrico de vías urbanas, utilizando programas de ingeniería. 	<p>Antecedentes de la Investigación Habiendo realizado una pesquisa bibliográfica, por medio del banco de tesis realizadas a nivel nacional, e internacional vía web, se encontró información relevante relacionada al tema de la investigación, de lo cual destaca lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> Chávez Fernández Eligio, Carrasco Guzmán Ghissela - (Tesis - 2013) “Diseño del pavimento Flexible de la carretera baños del Inca, Otuzco, Provincia de Cajamarca usando método AASHTO” Se propuso como objetivo: Realizar el diseño de la estructura del pavimento flexible bajo los métodos propuestos analizando información existente requerida para el desarrollo del diseño. Cedeño Cevallos, Jimmy Antonio - (Tesis - 2014) “Propuesta de metodología complementaria a los diseños de pavimentos según AASHTO 93”: Guayaquil – Ecuador Propuso como objetivo: Una propuesta todo esto a partir del diseño propio del pavimento que se pondrá en obra y que requiere que las condiciones idealizadas por el ingeniero diseñador se representen de la manera más fiel en el campo. Susan Jackelin Gómez Vallejos - (Tesis - 2014) “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau - Trujillo - La Libertad”: El aporte principal al trabajo de investigación es el procedimiento que se utilizó en la tesis para el diseño de espesores de pavimentos y la estructura del pavimento flexible según la metodología AASHTO 93. 	<p>La mejora de la transitabilidad aplicando la Metodología AASHTO 93, permitirá optimizar la durabilidad del Pavimento Flexible en la Avenida Aeropuerto, Distrito de Huanchaco.</p>	<p>Para demostrar y comprobar la hipótesis anteriormente formulada, la operacionalizamos, determinando las variables e indicadores que a continuación se mencionan:</p> <p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudio de Transitabilidad Vial. <p>Indicadores:</p> <p>Levantamiento Topográfico</p> <ul style="list-style-type: none"> Levantamiento altimétrico Pendiente del terreno Vista en planta <p>Estudios de Suelos</p> <ul style="list-style-type: none"> Granulometría Contenido de humedad Densidad máxima <p>Diseño Geométrico</p> <ul style="list-style-type: none"> Perfiles longitudinales Secciones transversales <p>Diseño de Señalización Vial</p> <ul style="list-style-type: none"> Señalizaciones (Horizontal) <p>Variable Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Método de diseño AASHTO 93, Diseño geométrico según norma y Diseño por normas de Señalización Vial. <p>Indicadores:</p> <p>Pavimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> Pavimento Flexible Pavimento Rígido <p>Diseño</p> <ul style="list-style-type: none"> Módulo de resiliencia Periodo de diseño Serviciabilidad Análisis de tráfico Numero estructural <p>Suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> Subrasante - Sub base - Base 	<p>Tipo de Investigación Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación básica aplicada.</p> <p>Diseño de la Investigación En la investigación se utilizará el diseño Descriptivo, el esquema a utilizar es el siguiente:</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR DpA --> O O --> DpD O --> Observación </pre> </div> <p>Dónde: O: Representa la información que se recoge del proyecto de investigación de tesis. DpA: Representa la durabilidad del pavimento antes de realizar el estudio de transitabilidad. DpD: Representa la durabilidad del pavimento después de realizar el estudio de transitabilidad.</p> <p>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</p> <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> Instrumentos para hacer el conteo del tráfico vehicular Instrumentos para el diseño de señalización vial Equipos Topográficos Equipos e instrumentos para análisis de suelos Software computacional <p>Técnicas de análisis de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> Técnica utilizada: la observación

ANEXO N° 4

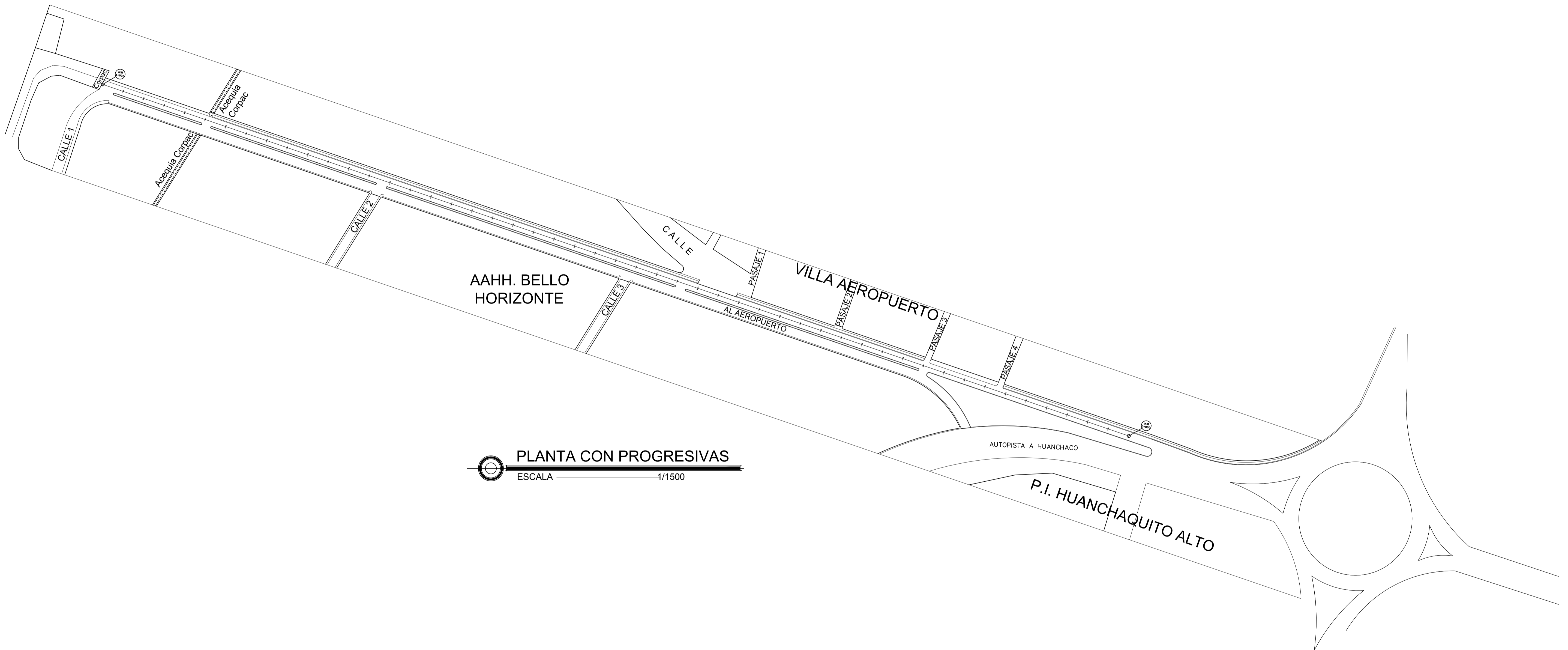
PLANOS



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTO)
[Symbol]	MANOSAS DEL CONTENIDO
[Symbol]	BULONES EXISTENTES
[Symbol]	POSTE
[Symbol]	BENNA CENTRAL
[Symbol]	ARCOS DE PROYECTADOS
[Symbol]	VEREDAS EXISTENTES
[Symbol]	SARDEÑALES
[Symbol]	ACERQUIA BORDO
[Symbol]	CUNETAS
[Symbol]	MARTILLO EN INTERSECCIONES
[Symbol]	SECCIONES VALES
[Symbol]	SWAPS


PLANTA GENERAL
 ESCALA 1/1500

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO DISTRITO: HUANCHACO PROVINCIA: TRUJILLO REGION: LA LIBERTAD	PROYECTO: ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93	PLANO: PLANTA GENERAL	TESTISTAS: MANAYAY RIVAS LENIN MUDARRA VELCA ROBERT IRVING	APROBADO POR: PLANO N°: PG-01
	UBICACION: AV. AEROPUERTO ESCALA: 1/1.500 FECHA: NOVIEMBRE DEL 2.017			




PLANTA CON PROGRESIVAS
 ESCALA 1/1500

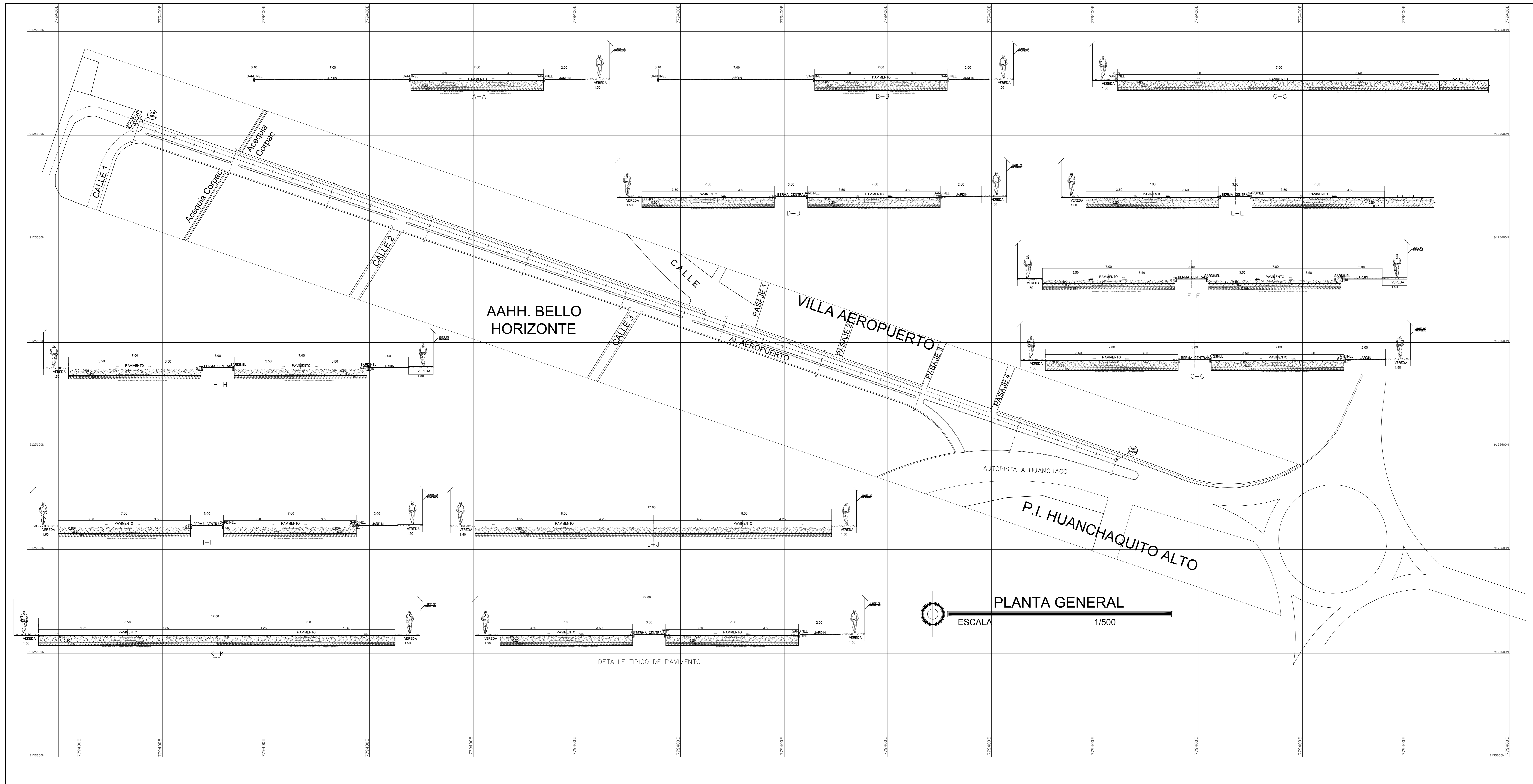
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
 DISTRITO: HUANCHACO PROVINCIA: TRUJILLO REGION: LA LIBERTAD

PROYECTO:
 ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93

PLANO:
PLANTA CON PROGRESIVAS

TESISISTAS:
 - MANAYAY RIVAS LENIN
 - MUDARRA VELCA ROBERT IRVING
 UBICACION:
 AV. AEROPUERTO
 ESCALA:
 1/1.500
 FECHA:
 NOVIEMBRE DEL 2.017

APROBADO POR:
 PLANO N°:
PP-01



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

DISTRITO: HUANCHACO

PROVINCIA: TRUJILLO

REGION: LA LIBERTAD

PROYECTO:

ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93

PLANO:

PLANTA CON PROGRESIVAS Y SECCIONES TRANSVERSALES

TESISTAS:

MANAYAY RIVAS LENIN

MUDARRA VILCA ROBERT IRVING

UBICACION:

AV. AEROPUERTO

ESCALA:

1/1,500

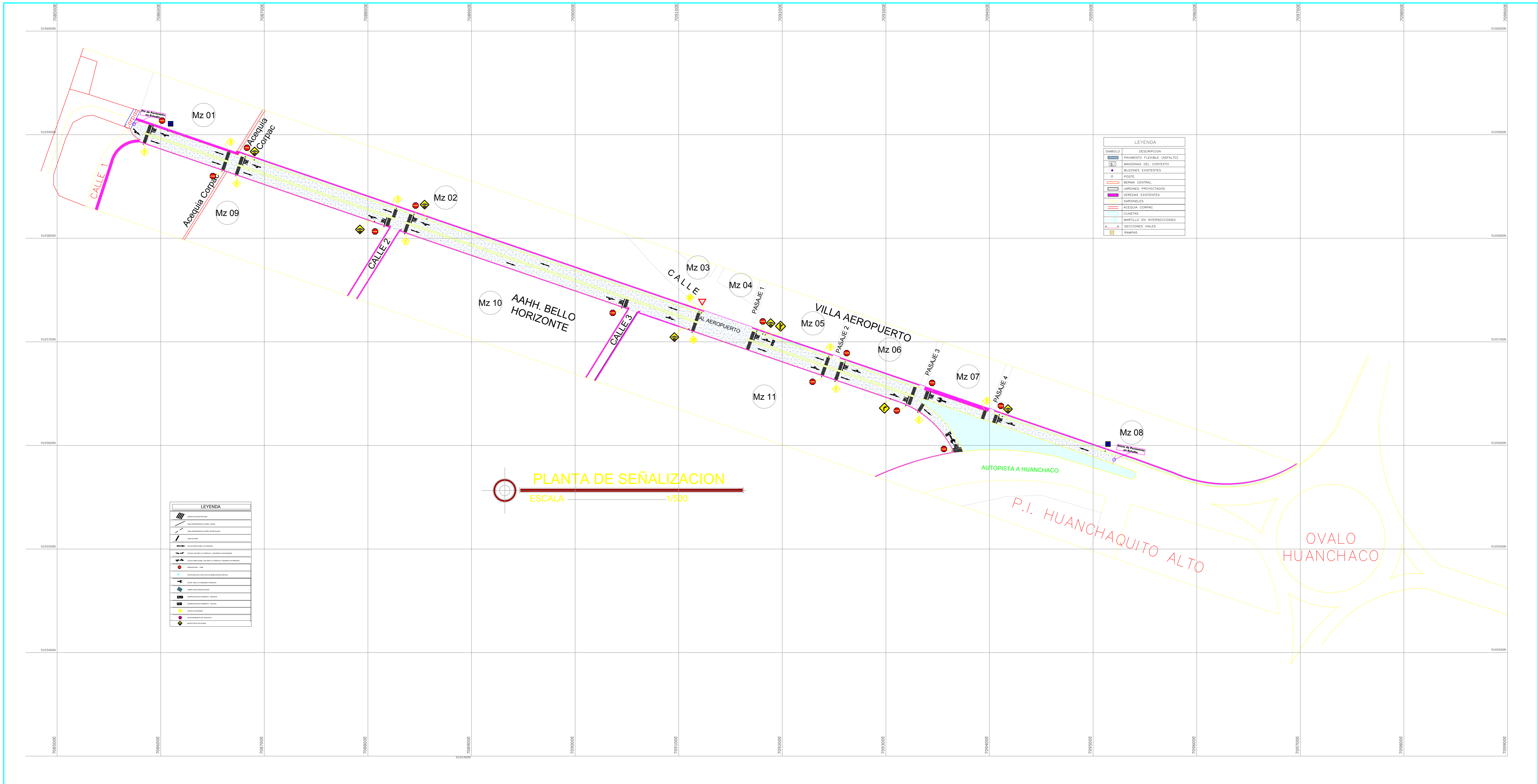
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2017

APROBADO POR:

PLANO N°:

PP-02



PLANTA DE SEÑALIZACION
 ESCALA 1/500

LEYENDA	
[Symbol]	DESCRIPCION
[Symbol]	PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTO)
[Symbol]	MANZANAS DEL CONTEXTO
[Symbol]	BUZONES EXISTENTES
[Symbol]	POSTE
[Symbol]	BARRERA CENTRAL
[Symbol]	LINEAS PROYECTADAS
[Symbol]	VEREDAS EXISTENTES
[Symbol]	SANEAMIENTO
[Symbol]	ACEQUIA CORPAC
[Symbol]	COMETAS
[Symbol]	MARQUEO EN INTERSECCIONES
[Symbol]	SECCIONES VALES
[Symbol]	RAMPAS

LEYENDA	
[Symbol]	DESCRIPCION
[Symbol]	PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTO)
[Symbol]	MANZANAS DEL CONTEXTO
[Symbol]	BUZONES EXISTENTES
[Symbol]	POSTE
[Symbol]	BARRERA CENTRAL
[Symbol]	LINEAS PROYECTADAS
[Symbol]	VEREDAS EXISTENTES
[Symbol]	SANEAMIENTO
[Symbol]	ACEQUIA CORPAC
[Symbol]	COMETAS
[Symbol]	MARQUEO EN INTERSECCIONES
[Symbol]	SECCIONES VALES
[Symbol]	RAMPAS

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
 DISTRITO: HUANCHACO PROVINCIA: TRUJILLO REGION: LA LIBERTAD

PROYECTO:
 ESTUDIO DE TRANSITABILIDAD VIAL EN LA AVENIDA AEROPUERTO DISTRITO DE HUANCHACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, APLICANDO LA METODOLOGIA AASHTO 93

PLANO:
 PLANTA DE SEÑALIZACION

TESISTAS:
 - MANAYAY RIVAS LENIN
 - MUDARRA VILCA ROBERT IRVING
 UBICACION:
 AV. AEROPUERTO
 ESCALA: 1/1,500
 FECHA: NOVIEMBRE DEL 2.017

APROBADO POR:
 PLANO N°:
PS-01