

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Evaluación y análisis de las condiciones actuales y propuesta de diseño estructural de pavimento rígido y flexible para la Av. Federico Villarreal entre los tramos de la carretera industrial y la Av. Túpac Amaru

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

AUTORES:

Bazán Alayo, Claudia Fernanda

Tucto López, Cristhian Patrick.

JURADO EVALUADOR:

Presidente : Galvez Paredes, José Alcides.

Secretario : Henriquez Ulloa, Juan Paúl.

Vocal : Galicia Guarniz, William Conrad.

ASESOR:

Luján Silva, Enrique Francisco.

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

TRUJILLO-PERÚ

2023

Fecha de Sustentación: 2023 / 07 / 20

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Evaluación y análisis de las condiciones actuales y propuesta de diseño estructural de pavimento rígido y flexible para la Av. Federico Villarreal entre los tramos de la carretera industrial y la Av. Túpac Amaru

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

AUTORES:

Bazán Alayo, Claudia Fernanda

Tucto López, Cristhian Patrick.

JURADO EVALUADOR:

Presidente : Galvez Paredes, José Alcides.

Secretario : Henriquez Ulloa, Juan Paúl.

Vocal : Galicia Guarniz, William Conrad.

ASESOR:

Luján Silva, Enrique Francisco.

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

TRUJILLO-PERÚ

2023

Fecha de Sustentación: 2023 / 07 / 20

Evaluación y análisis de las condiciones actuales y propuesta de diseño estructural de pavimento rígido y flexible para la Av. Federico Villarreal entre los tramos de la carretera industrial y la Av

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%


Enrique Luján Silva
ING CIVIL
R. CIP. 54460

Declaración de originalidad

Yo, Luján Silva, Enrique Francisco, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”, de los autores Bazán Alayo, Claudia Fernanda y Tucto López, Cristhian Patrick, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 2%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 08 de julio del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis “EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 08 de Julio del 2023



Bazán Alayo, Claudia Fernanda
DNI: 71460999



Tucto López, Cristhian Patrick
DNI: 71044235



Luján Silva, Enrique Francisco
DNI: 18888927
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para optar el título Profesional de Ingeniero Civil, es grato poner a vuestra consideración, la presente tesis titulada: “Evaluación y análisis de las condiciones actuales y propuesta de diseño estructural de pavimento rígido y flexible para la Av. Federico Villarreal entre los tramos de la carretera industrial y la Av. Túpac Amaru”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente,

Bazán Alayo, Claudia Fernanda.

Tucto López, Cristhian Patrick.

Trujillo, 10 de mayo de 2023.

DEDICATORIA

A mi amada madre:

Jadira Alayo, por ese amor incondicional y ser mi pilar fundamental, quién gracias a su esfuerzo y coraje me ha dado todo en la vida, siendo mi motor y motivo de siempre salir adelante y nunca rendirme. Te amo.

A mis queridos hermanos:

Arturo, Fer y Leo, piezas claves en mi vida, quiénes siempre han estado conmigo brindándome su apoyo.

A mi compañero de vida:

Félix Jesús, por siempre impulsarme a seguir creciendo en todos los ámbitos de mi vida, por su apoyo y amor incondicional y llenarme de luz con su bonita energía.

Bazán Alayo, Claudia Fernanda

DEDICATORIA

A mis amados padres:

Juan Tucto y Celmira López, quienes gracias a su esfuerzo y sacrificio me permitieron llegar a este momento tan importante en mi formación profesional, siendo a su vez, mi mayor motivación para el cumplimiento de mis objetivos. Los amo mucho.

A mi amada compañera:

Natali Vela, por su compañía y amor incondicional, por estar conmigo día a día en este complicado camino de la vida dándome ánimos y fuerza para seguir adelante.

Tucto López, Cristhian Patrick

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por bendecirme y guiarme en el camino de la vida, permitiéndome cumplir unos de mis objetivos profesionales tan anhelados.

A mi familia, por su apoyo y amor incondicional, por sus valiosos consejos y siempre creer y confiar en mí. Los amo.

A todos mis amigos que estuvieron detrás de mí, metiendo presión para que pueda lograr este objetivo profesional.

A nuestro asesor, el Ing. Enrique Luján Silva, por brindarnos su tiempo y paciencia, guiándonos con sus conocimientos y experiencia profesional en el desarrollo de la presente tesis.

Bazán Alayo, Claudia Fernanda

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su inmenso amor, bondad y por permitirme un día más de vida, por guiarme, bendecirme y brindarme sabiduría.

A mis padres por su motivación e incondicional apoyo, estando conmigo en buenos y malos momentos, además por creer incondicionalmente en mí y brindarme su inmenso amor.

A mi alma mater, la Universidad Privada Antenor Orrego, por todos los conocimientos brindados esenciales para mi desarrollo académico. En especial al Ing. Enrique Luján Silva por su constante orientación durante el desarrollo de la presente tesis.

Tucto López, Cristhian Patrick

RESUMEN

La presente investigación parte de la observación y análisis del mal estado en la que se encuentra el pavimento en la zona de estudio, Av. Federico Villarreal entre los tramos de la Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru, una avenida de vital importancia para nuestra ciudad ya que es un importante acceso al Mercado La Hermelinda (Mercado importante de gran afluencia de personas los 365 días del año) y a su vez, en el extremo sur tiene una importante conexión con la carretera de penetración a la Sierra Liberteña, vía principal que une Costa, Sierra y Selva de nuestra Región.

Por ello se plantea dos propuestas de diseño estructural una en pavimento flexible y otra en pavimento rígido. Para llegar a ello se realizó conteo vehicular en 7 puntos de control, obteniéndose de dicho procesamiento de datos un EAL o W18 de 5,820,011.01 para pavimento flexible, y un EAL o W18 de 6,676,529.56 para pavimento rígido. También se procedió a realizar 10 calicatas o pozos exploratorios a una profundidad de 2m cada uno, de los cuales se obtuvo un valor promedio de CBR de 12.64%.

Para el diseño estructural de ambas propuestas se utilizó la metodología de la guía AASHTO 93 y a su vez parámetros de diseño según la norma peruana del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); y del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010.

Los resultados obtenidos para el diseño estructural del pavimento flexible son los siguientes espesores: 9cm de carpeta asfáltica, 15cm de base y 20cm de sub base, con un costo que asciende a los Cinco Millones Cuatrocientos Ochenta y Dos Mil Seiscientos Dieciocho con 77/100 soles (S/ 5,482,618.77); mientras que, para el diseño estructural del pavimento rígido son: 23cm de losa de concreto considerando un $f'c = 300\text{kg/cm}^2$ y 15cm de sub base; con un costo que asciende a los Ocho Millones Ciento Once Mil Treinta y Dos con 18/100 soles (S/ 8,111,032.18).

Por lo cual, concluimos que el costo de ejecución para pavimento flexible es 14.79% veces más económico que al costo del pavimento rígido. Para fines de

viabilidad del proyecto se ha de tener en cuenta factores como el climático, proceso constructivo, especificaciones técnicas para obtener una correcta serviciabilidad final del pavimento.

Palabras claves: (diseño estructural, serviciabilidad, pavimento flexible, pavimento rígido.)

ABSTRACT

This research is based on the observation and analysis of the poor condition of the pavement in the study area, Federico Villarreal Avenue between the sections of the Industrial Highway and Tupac Amaru Avenue, an avenue of vital importance for our city since it is an important access to La Hermelinda Market (important market with a large influx of people 365 days a year) and in turn, at the southern end it has an important connection to the penetration road to the Sierra Liberteña, the main road that connects the coast, highlands and jungle of our region.

Therefore, two structural design proposals are proposed, one in flexible pavement and the other in rigid pavement. To achieve this, a vehicle count was performed at 7 control points, obtaining an EAL or W18 of 5,820,011.01 for flexible pavement, and an EAL or W18 of 6,676,529.56 for rigid pavement. Also, 10 exploratory pits were made at a depth of 2m each, from which an average CBR value of 12.64% was obtained.

For the structural design of both proposals, the methodology of the AASHTO 93 guide was used and in turn design parameters according to the Peruvian standard of the Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, published by the Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); and the Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010.

The results obtained for the structural design of the flexible pavement are the following thicknesses: 9cm of asphalt binder, 15cm of base and 20cm of sub base, with a cost amounting to Five Million Four Hundred Eighty Two Thousand Six Hundred Eighteen with 77/100 soles (S/ 5,482,618.77); while, for the structural design of the rigid pavement are: 23cm of concrete slab considering a $f'c = 300\text{kg/cm}^2$ and 15cm of sub base; with a cost that amounts to Eight Million One Hundred Eleven Thousand Thirty-two with 18/100 soles (S/ 8,111,032.18).

Therefore, we conclude that the cost of execution for flexible pavement is 14.79% times more economical than the cost of rigid pavement. For project feasibility, factors such as climate, construction process, and technical specifications must be taken into account to obtain a correct final serviceability of the pavement.

Key words: (structural design, serviceability, flexible pavement, rigid pavement).

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	iv
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
AGRADECIMIENTO	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	18
ÍNDICE DE FIGURAS	21
I. INTRODUCCIÓN	22
1.1. Problema de Investigación	22
a. Descripción de la realidad problemática.....	22
b. Formulación del Problema	23
1.2. Objetivos	23
a. Objetivo General	23
b. Objetivos Específicos	23
1.3. Justificación del Estudio	23
II. MARCO DE REFERENCIA	25
2.1. Antecedentes de estudio	25
2.2. Marco teórico	28
2.2.1. Definición de Pavimento	28
2.2.2. Clasificación del Pavimento.....	28
2.2.3. Estructura del Pavimento.....	29
2.2.4. Funciones de la Estructura de Pavimentos	30
2.2.5. Estudio de tráfico	31
2.2.6. Estudio de mecánica de suelos	38
2.2.7. Estudios hidrológicos-pluviométricos.....	51
2.2.8. Estudios de canteras y fuentes de agua.....	52
2.3. Marco conceptual	54
2.4. Hipótesis	57
2.5. Variables e Indicadores	57
a. Variables Independientes:.....	57
b. Variables Dependientes:	57
c. Cuadro de Operacionalización de las Variables:.....	57
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	59

3.1.	Tipo y nivel de investigación	59
3.2.	Población y muestra de estudio	59
a.	Población	59
b.	Muestra	59
3.3.	Diseño de investigación	59
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación	59
a.	Técnicas:.....	59
b.	Instrumentos	60
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	60
3.6.	Generalidades.....	61
3.6.1.	Ubicación del Área de Estudio.....	61
3.6.2.	Estado Actual del Área en Estudio	61
3.7.	Clima.....	62
3.8.	Geología y Sismicidad.....	62
3.8.1.	Geología	62
3.8.2.	Geodinámica.....	62
3.8.3.	Sismicidad	63
3.8.4.	Parámetros de diseño Sismorresistente	63
3.9.	Trabajos de Campo.....	64
3.9.1.	Calicatas.....	64
3.9.2.	Muestreo.....	65
3.10.	Ensayos de Laboratorio	65
3.11.	Trabajos de Gabinete	66
3.11.1.	Perfil Estratigráfico	66
3.11.2.	Conformación del Subsuelo	66
3.11.3.	Presencia del Nivel Freático.....	68
3.12.	Estudio de Tráfico	68
3.12.1.	Conteo Vehicular	70
3.12.2.	Cálculo del IMD's	72
3.12.3.	Factor de crecimiento acumulado (Fca)	74
3.12.4.	Factor de distribución direccional (Fd) y de carril (Fc).....	75
3.12.5.	Factor de Ejes Equivalentes (EE).....	76
3.12.6.	Factor de Vehículo Pesado (Fvp).....	78
3.12.7.	Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp)	86
3.12.8.	Cálculo de Ejes Equivalentes día – carril	87
3.12.9.	Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2tn	90

3.13.	Estudio de Mecánica de Suelos.....	90
3.13.1.	Contenido de humedad.....	90
3.13.2.	Análisis granulométrico.....	91
3.13.3.	Límite líquido.....	92
3.13.4.	Límite plástico.....	92
3.13.5.	Índice de plasticidad.....	93
3.13.6.	CBR.....	93
3.13.7.	Proctor modificado.....	94
3.14.	Levantamiento Topográfico.....	95
3.15.	Perfil Estratigráfico.....	95
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	97
4.1.	Propuesta de investigación.....	97
4.2.	Análisis e interpretación de resultados.....	98
A.	Diseño de pavimento flexible, según Guía AASHTO 93.....	98
B.	Diseño de pavimento rígido, según metodología AASHTO 93.....	109
C.	Presupuesto pavimento flexible.....	125
D.	Presupuesto pavimento rígido.....	126
4.3.	Docimasia de hipótesis.....	127
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	128
	CONCLUSIONES.....	131
	RECOMENDACIONES.....	133
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
	ANEXOS.....	137
	ANEXO N°01: PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	138
	ANEXO N°02: CONTEO VEHICULAR.....	139
	ANEXO N°03: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.....	147
	ANEXO N°04: ENSAYOS DE LABORATORIO.....	157
	ANEXO N°05: FOTOGRAFÍAS.....	213
	ANEXO N°06: HOJA DE CÁLCULO DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	223
	ANEXO N°07: HOJA DE CÁLCULO DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	225
	ANEXO N°08: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	226
	ANEXO N°09: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PAVIMENTO RÍGIDO.....	230

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.....	33
Tabla 2.- Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE.....	34
Tabla 3.- Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.....	37
Tabla 4.- Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos.....	37
Tabla 5.- Número de Calicatas para Exploración de Suelos.....	40
Tabla 6.- Número de Ensayos MR y CBR.....	41
Tabla 7.- Clasificación de suelos según Tamaño de partículas.....	43
Tabla 8.- Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.....	45
Tabla 9.- Clasificación de suelos según Equivalente de Arena.....	45
Tabla 10.- Clasificación de suelos según Índice de Grupo.....	46
Tabla 11.- Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS.....	47
Tabla 12.- Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.....	48
Tabla 13.- Categorías de Sub rasante.....	50
Tabla 14.- Selección del tipo de cemento asfáltico.....	51
Tabla 15.- Ubicación de Calicatas.....	65
Tabla 16.- Conteo de Vehículos.....	71
Tabla 17.- Cálculo del Índice Medio Diario Semanal.....	73
Tabla 18.- Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según provincia, 1981-1993, 1993-2007 y 2007 y 2017.....	74
Tabla 19.- Factores de crecimiento del tráfico (Fca).....	75
Tabla 20.- Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	76
Tabla 21.- Configuración de los ejes.....	77
Tabla 22.- Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos flexibles.....	77
Tabla 23.- Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.....	78

Tabla 24.- Factor vehículo pesado para pavimento flexible.....	78
Tabla 25.- Factor vehículo pesado para pavimento rígido.....	82
Tabla 26.- Ejes Equivalentes día - carril para pavimento flexible.....	88
Tabla 27.- Ejes Equivalentes día-carril para pavimento rígido.....	89
Tabla 28.- Número de repeticiones de EE. de 8.2tn para pavimento flexible...	90
Tabla 29.- Número de repeticiones de E.E. de 8.2tn para pavimento rígido....	90
Tabla 30.- Contenido de humedad.....	91
Tabla 31.- Análisis granulométrico.....	91
Tabla 32.- Límite líquido.....	92
Tabla 33.- Límite plástico.....	92
Tabla 34.- índice de plasticidad.....	93
Tabla 35.- CBR.....	93
Tabla 36.- Proctor modificado.....	94
Tabla 37.- Perfil Estratigráfico.....	95
Tabla 38.- Categoría de sub rasante.....	99
Tabla 39.- Nivel de confiabilidad en función a la clase de vía.....	100
Tabla 40.- Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Z_r) según el nivel de confiabilidad seleccionado y el rango de Tráfico (W_{18}).....	101
Tabla 41.- Índice de serviciabilidad final (ρ_t).....	102
Tabla 42.- Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_1, a_2, a_3	106
Tabla 43.- Calidad de drenaje.....	107
Tabla 44.- Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_1 , para bases y subbases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles.....	107
Tabla 45.- Índice de Serviciabilidad Inicial (ρ_i) e Índice de Serviciabilidad Final (ρ_t), en base a Ejes Equivalentes (W_{18}).....	111
Tabla 46.- Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Z_r), según Ejes Equivalentes (W_{18}).....	112
Tabla 47.- Valores recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico.....	115
Tabla 48.- Coeficiente de drenaje de las capas granulares (C_d).....	116
Tabla 49.- Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J	116

Tabla 50.- Dimensiones de losa.....	122
Tabla 51.- Diámetros y longitudes recomendados en pasadores.....	123
Tabla 52.- Diámetros y Longitudes recomendados en barras de amarre.....	123
Tabla 53.- Resumen de ensayos de mecánica de suelos.....	128
Tabla 54.- EAL o W18 para pavimento flexible.....	128
Tabla 55.- EAL o W18 para pavimento rígido.....	129
Tabla 56.- Parámetros de diseño para pavimento flexible y rígido.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Estructura típica de un pavimento.....	29
Figura 2.- Estructura pavimento flexible.....	30
Figura 3.- Estructura pavimento rígido.....	30
Figura 4.- Configuración de ejes.....	36
Figura 5.- Signos convencionales para perfil de calicatas - Clasificación AASHTO.....	42
Figura 6.- Signos convencionales para perfil de calicatas - Clasificación SUCS.....	42
Figura 7.- Curvas de Nivel.....	95
Figura 8.- Sección de Pavimento Flexible.....	97
Figura 9.- Sección de Pavimento Rígido.....	98
Figura 10.- Ecuación de diseño de pavimento flexible.....	98
Figura 11.- Cálculo del SN, en programa "Ecuación AASHTO 93".....	104
Figura 12.- Cálculo del SN en nomograma para pavimentos flexibles.....	105
Figura 13.- Ecuación de diseño AASHTO para cálculo de espesores.....	108
Figura 14.- Sección de pavimento flexible.....	109
Figura 15.- Ecuación de diseño de pavimento rígido.....	110
Figura 16.- Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub rasante.....	114
Figura 17.- Cálculo del SN, en programa "Ecuación AASHTO 93".....	118
Figura 18.- Cálculo del SN en nomograma para pavimentos rígidos.....	119
Figura 19.- Sección de pavimento rígido.....	121
Figura 20.- Detalle de losa.....	121
Figura 21.- Detalle de dowells y barras de amarre.....	124
Figura 22.- Espesores del pavimento flexible.....	130
Figura 23.- Espesores del pavimento rígido.....	130

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

a. Descripción de la realidad problemática

Según las proyecciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la Red vial Nacional se encontrará pavimentada al 100% en el 2021. Aunque hoy por hoy se tiene un avance del 75%, es necesario considerar qué es lo más conveniente para pavimentar las vías que permitirán integrar al país.

Al porcentaje restante hay que añadirle los trabajos de reconstrucción vial debido a lo ocurrido con el Niño Costero, para lo cual, la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC), proyecta una inversión aproximada de S/2.081 millones en los próximos tres años.

En esta situación, es recomendable saber cuáles son los beneficios que ofrece el pavimento rígido y el flexible, siendo el más utilizado en nuestro país el último mencionado.

En primer lugar, definimos que el pavimento rígido es aquel que está formado por una losa de concreto sobre una base, o sobre la subrasante. Este tipo de pavimento transmite directamente los esfuerzos al suelo en menor proporción, es auto-resistente, y debe ser controlada la cantidad de concreto que se le añade.

En segundo lugar, el pavimento flexible es aquel donde su estructura se defleca o flexiona según las cargas que transitan sobre él. Generalmente se utiliza el uso de pavimentos flexibles en zonas donde existe gran congestión vehicular.

La diferencia entre ambos pavimentos es que mientras en el pavimento rígido las fuerzas proyectadas por las cargas son asumidas y absorbidas por la capa de concreto, en el pavimento flexible son recibidas por la base granular.

En La Libertad identificamos que los pavimentos flexibles son susceptibles a la acción continua del tráfico y de la meteorología. Estos

dos factores, junto con el envejecimiento natural de los materiales, hacen que el pavimento sufra un proceso de progresivo deterioro.

b. Formulación del Problema

¿Cuál es la condición actual del pavimento entre los tramos de la Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru, de la Av. Federico Villarreal y cuáles son las características del nuevo diseño estructural de pavimento rígido y flexible?

1.2. Objetivos

a. Objetivo General

Evaluar y analizar las condiciones actuales y realizar el diseño estructural de pavimento rígido y flexible para la Av. Federico Villarreal entre los tramos de la Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru cumpliendo con los parámetros de la norma AASHTO 93.

b. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico de la zona en estudio.
- Realizar los ensayos de mecánica de suelos y métodos de evaluación en campo, necesarios y correspondientes para el nuevo diseño estructural del pavimento.
- Realizar el estudio y análisis de tráfico de la vía por el método del conteo.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible mediante la metodología AASHTO 93.
- Diseñar la estructura del pavimento rígido mediante la metodología AASHTO 93.
- Realizar una comparación económica entre las dos metodologías escogidas, con el fin de hallar la estructura más óptima y funcional del pavimento.

1.3. Justificación del Estudio

La tesis "Evaluación y análisis de las condiciones actuales y propuesta de diseño estructural de pavimento rígido y flexible para la Av. Federico

Villarreal entre los tramos de la Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru” tiene como objetivo diseñar una nueva estructura de pavimento bajo la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), para después comparar los resultados obtenidos y así poder escoger la mejor opción. También se tendrá en cuenta el desarrollo económico y el mejoramiento de la seguridad respecto al tránsito vehicular, considerando el incremento de viajes tanto del número de personas y de carga que transitan por la zona en estudio.

Una vez obtenidos los diseños del pavimento, se efectuará una comparación económica entre las dos opciones: pavimento rígido y flexible, con la finalidad escoger y trabajar con la estructura más óptima y funcional del pavimento.

Se tendrá en cuenta que es necesario brindar una adecuada comodidad a los usuarios, lo que conlleva al mejoramiento de las vías, y a su vez implica una evaluación del estado del pavimento y la implementación de metodologías modernas para el comportamiento óptimo y eficaz del mismo.

Es pertinente el desarrollo de nuestro proyecto de investigación para así poder intervenir la vía en estudio antes que llegue a su colapso, poder predecir las fallas tanto por ahuellamiento como por fatiga y poder brindar la mejor solución respecto al nuevo diseño de la estructura del pavimento. Y de esa manera brindar una buena serviciabilidad adecuada a los usuarios.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes de estudio

1. (Benites M, 2014) “Evaluación de las condiciones actuales y diseño estructural del pavimento utilizando conceptos urbanísticos modernos para el proyecto de rehabilitación y mejoramiento de las vías en la Urbanización Santa Edelmira – Trujillo”. Concluye que, en las 5 vías estudiadas de la Urbanización Santa Edelmira del Distrito de Víctor Larco, de acuerdo a los datos tomados y la evaluación efectuada a las condiciones superficiales del pavimento, se obtiene como resultado el siguiente diagnóstico: La calle más afectada es la calle “Las Casuarinas” con un porcentaje mayor a la de las demás de 12.24 por ciento sobre el total del área, asimismo el tipo de daño predominante de toda el área afectada estudiada son las Fisuras de Bloque con un 49.1 por ciento y el nivel de severidad que más se ve presente en los daños, es de nivel mediano con un 62.2 por ciento, lo que refleja un deterioro considerable en estas vías. Desde el punto de vista estructural, solo ha sido afectado la capa de rodadura que es asfáltica en espesores variables entre “1.5” y “3”. La Sub base y base respectiva muestran condiciones de aceptabilidad, mayormente no han sido dañadas salvo zonas puntuales, por efecto de filtraciones de agua de las redes de agua potable y alcantarillado. El análisis comparativo entre el polímero elastómero y plastómero, se decidió utilizar polímeros tipo elastómeros en el diseño de mezcla asfáltica debido a que mejoran las propiedades físico-mecánicas del asfalto convencional según tablas XV y XVI. La adición de polímeros elastómeros mejora la resistencia a la deformación plástica de una mezcla asfáltica. Esto se observa en el comportamiento del AC-20E en la recuperación elástica por torsión (ver tablas XV y XVI). El uso de polímeros elastómeros significa un aumento en la viscosidad, de esta forma la mezcla asfáltica es más resistente y el riesgo de fluir a temperaturas altas, disminuye.
2. (Ccasani Mayra. & Ferro Y, 2017) “Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos”. Al concluir la

evaluación y análisis de los distintos tipos de deterioros de los pavimentos en la ciudad de Abancay, mediante la observación y monitoreo in situ, la mayoría de los deterioros encontrados corresponden al fisuramiento de la estructura del pavimento. En pavimentos flexibles se encontraron deterioros o falla estructural en calzada y bermas como; fisuras longitudinales y transversales que han ido evolucionando rápidamente hacia una fisuración continua y en algunos casos ramificados. La desintegración superficial de la carpeta asfáltica, peladuras y desprendimientos con incidencia de rugosidades altas y moderadas que propician la aparición de hundimientos y baches localizados. En todas las vías en estudio se observan cortes para conexiones domiciliarias de servicios básicos (agua y desagüe) los cuales se encuentran severamente dañados y en muchos casos sin reposición de pavimento.

3. (Escobar L. & Huincho J, 2017) “Diseño De Pavimento Flexible, Bajo Influencia De Parámetros De Diseño Debido Al Deterioro Del Pavimento En Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017”. Basándose en los estudios realizados en la zona, se encontró un ESAL de 2, 289,418 de ejes equivalentes para el 2006 y un espesor de carpeta asfáltica de 4 pulgadas. Actualmente para el 2017 la carpeta asfáltica ha de ser de 7 pulgadas con un ESAL de 7, 867,970 de ejes equivalentes (EE). Entonces concluimos que a mayor ESAL aumenta la carpeta asfáltica requerida y a menor ESAL disminuye, así la estructura trabaja en buenas condiciones. El CBR influye directamente ya que, al diseñar en el pavimento flexible se encontró un CBR de diseño de 7.2% para ambos diseños hecho del 2006 y del 2017, debido a que por ser el mismo suelo es recomendable trabajar con el mismo CBR de la subrasante, si fuera menor se optaría por estabilizaciones u otros métodos. Al optimizar la carpeta asfáltica con 4 pulgadas la base se incrementa de 11.5 cm a 30.5 cm, conservando un espesor de la sub-base con 17 cm y con una vida útil de 3860083.0 falla por ahuellamiento por el INSTITUTO DEL ASFALTO.

4. (Vega D, 2018) "Diseño De Los Pavimentos De La Carretera De Acceso Al Nuevo Puerto De Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000)". Del estudio de tráfico se obtuvo que el número de ejes equivalentes (ESAL) fue de $12.00E+06$ para el pavimento flexible y $15.19E+06$ para el pavimento rígido. Es necesario recalcar que el dato del ESAL fue usado solamente para los diseños por la metodología de la AASHTO y del IA. Para el caso del diseño por la metodología de la PCA se usó el IMDA y la composición de ejes por vehículo para hallar el número de repeticiones esperadas acumuladas al periodo de diseño por tipo y peso de cada eje, a diferencia del ESAL que representa el número de repeticiones esperadas acumuladas al periodo de diseño de un eje equivalente de 8.2 toneladas. El estudio de tráfico es el dato de entrada más importante en la metodología de diseño de pavimentos y es por ello que en proyectos como el de la presente tesis se recomienda instalar estaciones de pesaje que regulen las cargas máximas legales permitidas por tipo de vehículo para así no incurrir en un subdimensionamiento del pavimento. Del capítulo de diseño del pavimento flexible se obtuvieron múltiples alternativas de diseño tanto por la metodología de la AASHTO como de la del IA. Las diferencias entre ambas radican en el enfoque aplicado. Mientras que la AASHTO utiliza conceptos de confiabilidad, desviación estándar combinada (que toma en cuenta la variabilidad del tránsito y otros factores que afectan el comportamiento del pavimento) y pérdida de serviciabilidad; el IA ofrece un método más directo a través de las cartas de diseño, derivadas del programa de computadora DAMA, clasificadas por diferentes temperaturas promedio anual del aire. En la presente tesis, al diseñar por la metodología del IA, se obtuvo un mayor SN del pavimento a comparación que el diseño por la metodología de la AASHTO lo cual se tradujo en mayores espesores de capas. Además, el espesor mínimo de carpeta asfáltica por la metodología del IA fue de 5 pulgadas a diferencia de la AASHTO, donde se usó un espesor mínimo de carpeta asfáltica de 4 pulgadas. Finalmente, se recomienda hacer uso del programa DAMA para comparar los resultados finales obtenidos por la metodología del IA.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Definición de Pavimento

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) “El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub-rasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.

2.2.2. Clasificación del Pavimento

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) clasifica a los pavimentos en tres tipos:

- a. Pavimentos flexibles: es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.
- b. Pavimentos semirrígidos: es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados.
- c. Pavimentos rígidos: es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos. Dentro de los pavimentos rígidos 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.

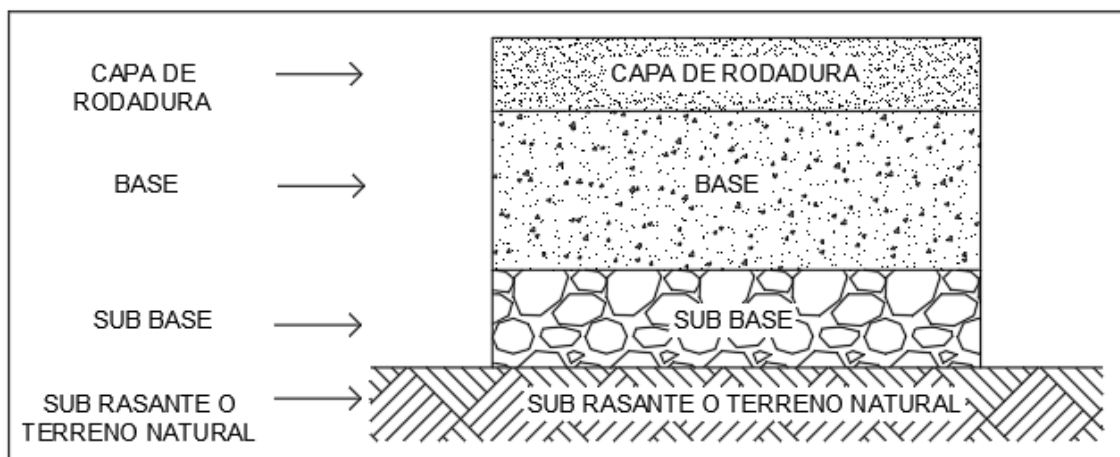
2.2.3. Estructura del Pavimento

Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, sub-base y capa de rodadura.”

- Capa de rodadura: Parte superior de un pavimento, puede ser de asfalto (flexible), de concreto (rígido) o de adoquines (articulado), su principal función es soportar y permitir una accesible circulación del tránsito.
- Base: Capa inferior a la capa de rodadura, tiene como función principal soportar, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ($CBR \geq 80\%$) o será tratada con asfalto, cal o cemento.
- Sub-base: Capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual sirve de soporte a la base y a la capa de rodadura. También sirve 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 cal o cemento.

Figura 1

Estructura típica de un pavimento

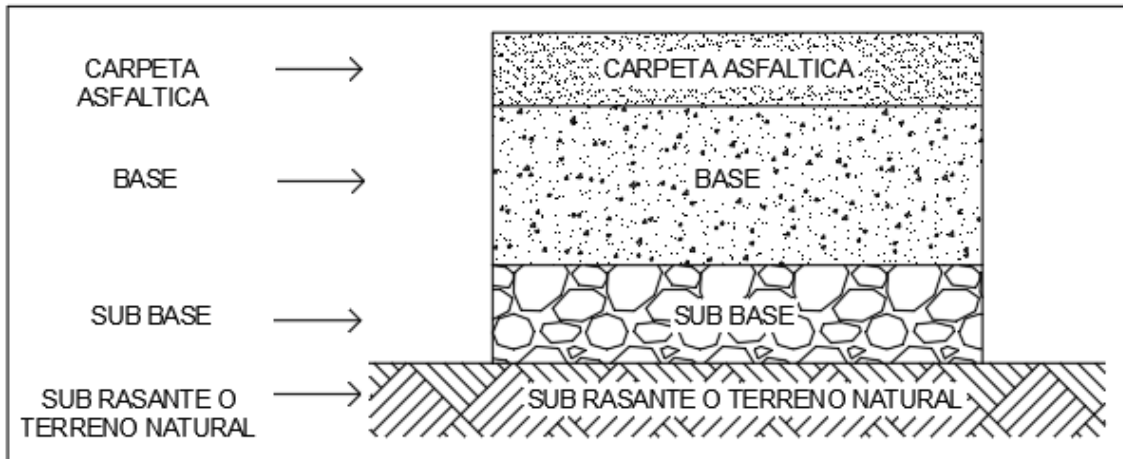


Nota. Estructura típica de pavimento: capa de rodadura, base y sub base apoyadas sobre la sub rasante o terreno natural.

a. Estructura Pavimento Flexible

Figura 2

Estructura pavimento flexible

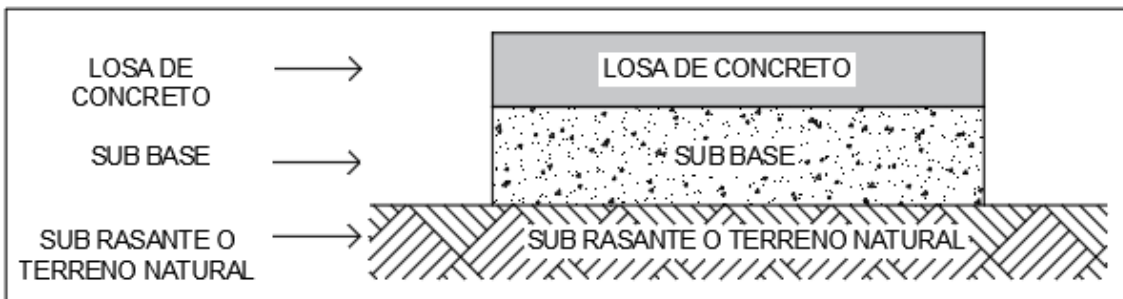


Nota. Estructura de pavimento flexible: capa de rodadura asfáltica, base y sub base apoyadas sobre la sub rasante o terreno natural.

b. Estructura Pavimento Rígido

Figura 3

Estructura pavimento rígido



Nota. Estructura de pavimento rígido: losa de concreto y sub base apoyadas sobre la sub rasante o terreno natural.

2.2.4. Funciones de la Estructura de Pavimentos

Según (Menéndez Acurio, 2016) menciona:

- Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable sin demoras excesivas.
- Proporcionar a los vehículos acceso bajo cualquier condición de clima.
- Reducir costos de operación vehicular, tiempo de viaje y accidentes.
- Facilitar y mejorar las condiciones de operación y transporte.

- Reducir y distribuir la carga de tráfico para que ésta no dañe la subrasante.
- Proteger la subrasante y el suelo de fundación del clima (agua y/o congelamiento).
- Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos.
- Limitar el ruido y la contaminación del aire.

Datos necesarios para el diseño:

Según (Harumi Rengifo Arakaki, 2014) Aunque algunas metodologías pueden variar entre sí, los siguientes factores son necesarios para el diseño del pavimento en la mayoría de ellas:

1. Estudio de tráfico.
2. Estudio de mecánica de suelos.
3. Estudio hidrológico-pluviométrico.
4. Estudio de canteras y fuentes de agua.

2.2.5. Estudio de tráfico

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) es de suma importancia que el ingeniero conozca con suficiente precisión la demanda del tráfico, para poder planificar y diseñar de forma óptima muchos aspectos de la vialidad.

En lo referido a la sección de suelos y pavimentos, la información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta qué límites de volúmenes de tráfico puede proyectarse que aumentará la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico tendrá que proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Para ello es conveniente que los términos de referencia ya proporcionen la identificación de tramos homogéneos.

Para los estudios de tráfico la información que se requiera en principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, consistirá en muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos en cada sentido de tráfico. La demanda de carga por eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guardan relación directa con el deterioro del pavimento. Contando con la referencia regional previamente descrita, en términos generales será suficiente realizar las nuevas investigaciones puntuales por tramo en solo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal. Uno de los días corresponde a un día laborable típico y el otro a un día sábado.

Demanda proyectada

La información levantada servirá como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis; y en este contexto, para establecer el número de ejes equivalentes (EE) de diseño para el pavimento. El ingeniero responsable deberá sustentar si hay razones para establecer que el crecimiento de la demanda seguirá una tendencia histórica identificable con información previa existente o si esta será modificada por factores socio-económicos, acompañando el análisis justificatorio.

Factor direccional y factor de carril

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico.

El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes (EE), donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril. Ver tabla:

Tabla 1

Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

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

Nota. El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD.

Cálculo de tasas de crecimiento y proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

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

En la que:

Tn: Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

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

n: Número de años del período de diseño.

r: Tasa anual de crecimiento del tránsito.

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de

crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el producto bruto interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.

Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

Tabla 2

Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el Cálculo d Número de Repeticiones de EE

Período de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento(r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	3.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Nota. El presente cuadro proporciona el criterio para seleccionar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para el periodo de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento (r) y el periodo de análisis en años.

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

Donde:

r = Tasa de crecimiento.

n = Periodo de diseño.

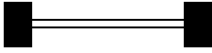
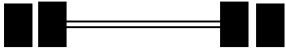
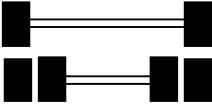
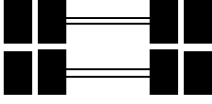
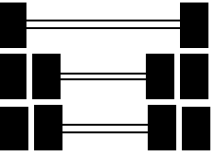
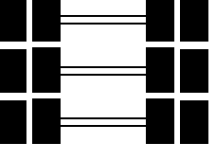
Número de repeticiones de ejes equivalentes.

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que tiene mucha más importancia.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². Los ejes equivalentes (EE), son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

Figura 4

Configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (con rueda simple)	1RS	2	
EJE SIMPLE (con rueda doble)	1RD	4	
EJE TANDEM (1Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	6	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	8	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota. Se presenta la configuración de ejes para el diseño de pavimento.

Nota:

RS: Rueda Simple

RD: Rueda Doble

Para el cálculo de los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas:

Tabla 3

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

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

P = peso real por eje en toneladas

Nota. las relaciones simplificadas expresadas, resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento

Tabla 4

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{4.1}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.1}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 13.0] ^{4.1}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 13.3] ^{4.1}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 16.6] ^{4.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 17.5] ^{4.0}

P = peso real por eje en toneladas

Nota. las relaciones simplificadas expresadas, resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento

Para el diseño de un pavimento se toma en cuenta el número proyectado de EE que circularán por el "Carril de diseño", durante el periodo de análisis. El carril de diseño corresponderá al carril identificado como el más cargado de la carretera y el resultado de este cálculo será adoptado

para todos los carriles de la sección vial típica de esa carretera, por tramos de demanda homogénea.

Para definir la demanda sobre el carril de diseño se analizará el tipo de sección transversal operativa de la carretera, el número de calzadas vehiculares y la distribución de la carga sobre cada carril que conforma la calzada.

2.2.6. Estudio de mecánica de suelos

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) indica, la exploración e investigación del suelo es muy importante para la determinar las características del suelo, y para un correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información obtenida y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

La guía AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69.

Para la exploración de suelos primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno en estudio y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para así poder identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse en la zona de estudio.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo distanciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están distanciadas entre 250 m y 2,000

m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- Cambio de la topografía de la zona de estudio.
- Por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular.
- Delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados.
- Zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m.
- Zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ($h < 0.6$ m).
- En zonas de cortes, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de sub rasante.

De las calicatas o pozos exploratorios

Se han de obtener muestras representativas de cada estrato en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, de cada material que sea requerido para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra a obtener depende de los ensayos que se vayan a realizar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a utilizar.

Con las muestras obtenidas en campo se efectuarán ensayos en laboratorio para posteriormente con estos datos pasar a la etapa de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados, debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de subrasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con descripción de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para la obtención del perfil estratigráfico en zonas donde existen cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza

y características de los suelos y/o roca subyacente (según norma MTC E101).

Caracterización de la subrasante

Con el fin de hallar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas.

Tabla 5

Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observaciones
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzadas 2 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
		Calzadas 3 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido	
		Calzadas 4 carriles por sentido: 6 calicatas x Km x sentido	
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzadas 2 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido	
		Calzadas 3 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido	
		Calzadas 4 carriles por sentido: 6 calicatas x Km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 calicata x km	

Nota. La presente tabla expresa la cantidad mínima de calicatas o pozos exploratorios por kilómetros, ejecutadas a una profundidad mínima de 1.5m.

Registros de excavación

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) menciona que de los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que serán descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calita (con coordenadas UTM,

WGE84), número de muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.

Así mismo se extraerán muestras representativas de la sub rasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia (M_R) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de M_R , la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera.

Tabla 6

Número de Ensayos MR y CBR

Tipo de Carretera	N° M_R y CBR
	Calzadas 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido.
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	Calzadas 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzadas 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 vh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles	Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles	Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	Cada 3 km se realizará un CBR

Nota. La necesidad de efectuar los ensayos de módulos de resiliencia, será determinado en los respectivos términos de referencia, previa evaluación de la zona de estudio y la importancia de la obra.

Descripción de los suelos

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales de los cuadros:

Figura 5

Signos convencionales para perfil de calicatas - Clasificación AASHTO



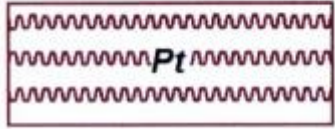
Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Nota. Clasificación y Simbología de tipos de suelos según AASHTO.

Figura 6

Signos convencionales para perfil de calicatas - Clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Nota. Clasificación y símbolos gráficos para suelos según SUCS.

Granulometría

Representa la distribución de los diferentes tamaños que posee el agregado mediante el tamizado respecto a las especificaciones técnicas (Ensayo MTC E107). Por consiguiente, se puede estimar con mayor o menor aproximación, las demás propiedades para el diseño del pavimento.

El análisis granulométrico tiene como finalidad determinar la proporción del tamaño de sus diferentes elementos que componen una muestra.

Tabla 7

Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
	Grava	75 mm - 4.75 mm
	Arena	Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Nota. Clasificación de tipo de suelos según el tamaño de las partículas.

Plasticidad

Es la propiedad que poseen los suelos hasta cierto límite de humedad sin que este se disgregue, por lo tanto, la plasticidad depende únicamente de los elementos finos que posee el suelo. El análisis granulométrico no

permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014), los Límites de Atterberg establecen cuán sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112).

- Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico, posee facilidad para moldearse.
- Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.
- Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) que corresponde a la diferencia numérica entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad es el tamaño del intervalo de contenido de agua en el que el suelo posee consistencia plástica y facilita su clasificación. Un IP (Índice de Plasticidad) elevado corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño caracteriza a un suelo poco arcilloso.

Tabla 8*Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP < 7		
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Nota. El suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse de la siguiente forma.

Equivalente de Arena

Es la proporción relativa de la cantidad de polvo fino nocivo o material arcilloso que posee los suelos (ensayo MTC E 114). Este ensayo es fácil y rápido de realizar, aunque de resultados menos precisos que en la determinación de los límites de Atterberg.

Tabla 9*Clasificación de suelos según Equivalente de Arena*

Equivalente de Arena	Característica
Sí EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Sí, 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
Sí, EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

Nota. El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo.

Índice de Grupo

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) el Índice de Grupo es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la siguiente fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01 (bd)$$

Donde:

a = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200-74 micras).

Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.

b = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200-74 micras).

Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.

c = LL-40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.

d = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

El Índice de Grupo es un valor entero positivo entre 0 y 20 o más. Si al calcular el IG el resultado es un valor negativo, se considera como cero. Un índice cero corresponde a suelo muy bueno, mientras que un índice > a 20 corresponde a un suelo no recomendable para caminos

Tabla 10

Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy bueno

Nota. Valores de Índice de Grupo según clasificación de suelos.

Humedad Natural

Se determina mediante el ensayo (MTC E 108), el cual permitirá realizar una comparación con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo ensayo (MTC E 132).

Si la humedad natural es igual o menor a la humedad óptima, se propondrá la compactación normal del suelo y la aplicación de una cantidad conveniente de agua. En cambio, si la humedad natural es mayor a la humedad óptima, se propondrá aumentar la energía de compactación, airear el suelo o reemplazar el material saturado según sea conveniente.

Clasificación de los suelos

La clasificación de los suelos se realizará según el sistema mostrado en el cuadro siguiente. Mediante esta clasificación podremos predecir el comportamiento aproximado de los suelos, y delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

Tabla 11

Correlación de Tipos de suelos AASHTO - SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

Nota. A continuación, se muestra una correlación de los dos sistemas de clasificación de suelos más empleados, AASHTO y ASTM (SUCS)

Para complementar la información se presenta el siguiente cuadro, que muestra la Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.

Tabla 12

Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282

Clasificación general	Suelos granulares							Suelos finos																
	35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)																
Clasificación de Grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7													
	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6												
Análisis granulométrico																								
% que pasa por el tamiz de:																								
2 mm (N° 10)																								
0.425 mm (N° 40)																								
F: 0.075 mm (N° 200)																								
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)																								
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)																								
LL: Límite de Líquido																máx. 40	máx. 41	máx. 40	máx. 41	máx. 40	máx. 41	máx. 40	máx. 41	máx. 41
IP: Índice de Plásticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	máx. 11	máx. 11	máx. 10	máx. 10	máx. 11	máx. 11 ^(a)	máx. 11 ^(b)												
Tipo de material	Piedras gravas y arenas		Arenas finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos														
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno							Regular a insuficiente																

Nota.

(a) Índice de Plásticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plásticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18: 182-6 (3), A-4(5), A-7-5 (17), etc. $IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40))] +0.01 (F-15) (IP-10)$.

Ensayos CBR

Una vez realizada la clasificación de los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima densidad seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm (Ensayo MTC EM 132).

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014), Para determinar el valor de CBR de diseño de la subrasante, se debe considerar los siguientes puntos:

1. En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados por el tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.
2. En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante en función a los siguientes criterios:
 - Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
 - Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor más crítico (el más bajo).
3. Una vez definido el valor del CBR de diseño: para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector, según lo siguiente:

Tabla 13

Categorías de Sub rasante

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	De CBR ≥ 30%

Nota. Categoría de Sub rasante según el CBR de diseño.

Ensayo de Módulo Resiliente

Para diseño de nuevos pavimentos, se debe obtener el Módulo de Resiliencia (M_R), mediante ensayos de laboratorio. Se debe usar la norma MTC E 128 (AASHTO T274).

El Módulo de Resiliencia determina la propiedad elástica de los suelos, otorgando ciertas características no lineales. Para el diseño de pavimentos flexibles se trabaja directamente con el Módulo de Resiliencia, mientras que para el diseño de pavimentos rígidos, este debe convertirse a Módulo de reacción de la sub rasante (valor k).

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) menciona tener en cuenta que, debido a lo especializado en la realización del ensayo de Módulo de Resiliencia, se cuenta con las publicaciones Design Pamphlet for the Determination of Design Subgrade in support of the 1993 AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (Publicación N° FHWA-RD-97-083) y Design Pamphlet for the Determination of Layered Elastic Moduli for Flexible Pavement Design in Support of the 1993 AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (Publicación N° FHWA-RD-97-077). Además, la Guía AASHTO, recomendó para esa edición de 1993 el uso de una correlación M_R -CBR, solo para casos de suelos finos y $CBR \leq 10\%$ obtenido por el método del Cuerpo de Ingenieros de USA.

2.2.7. Estudios hidrológicos-pluviométricos

Los factores considerados son la temperatura y las precipitaciones de lluvia, los cuales considerando la zona de aplicación de la presente Tesis influyen directamente en el diseño y comportamiento de los pavimentos.

La región Costa norte del territorio peruano se caracteriza por un clima caluroso por estar cerca de la zona ecuatorial y que en los últimos años ha tenido un incremento de presencia de lluvias tropicales debido a los efectos del Fenómeno del niño.

Temperatura

El efecto de la temperatura se evidencia directamente en la carpeta asfáltica (CA); estas variaciones de temperaturas producen tensiones y deformaciones en la CA. En bajas temperaturas podemos evidenciar la aparición del agrietamiento por fatiga la que se potencia con el ahuellamiento. Por otra parte, en altas temperaturas podemos evidenciar la aparición de ahuellamiento en la CA. En pavimentos rígidos expuestos a altas variaciones de temperatura se puede evidenciar esquinas del pavimento levantas, debilitándose hasta su rompimiento.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) establece una relación en función de las temperaturas regionales distintas debe seleccionarse la aplicación de asfaltos con rangos distintos de penetración, tal como se indica en el cuadro que se presenta a continuación.

Tabla 14

Selección del tipo de cemento asfáltico

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50 ó 60-70 ó modificado	60-70 (*)	60-70 120-150 (*)	Asfalto modificado

Nota. Aplicación de asfalto en relación a la temperatura.

Las precipitaciones de lluvias

Como ya se sabe, la lluvia es uno de los grandes enemigos de las carreteras, afectan considerablemente los requerimientos del diseño de las capas granulares y del diseño de la estructura de los pavimentos, sea su presencia sobre la superficie del pavimento y su percolación hacia el interior del mismo, o por el efecto que causa la presencia de aguas cercanas sea lagunas, corrientes de aguas superficiales y/o subterráneas que elevan el nivel de la napa freática bajo la plataforma del pavimento. Un nivel freático alto cercano a las capas superiores de la subrasante de diseño del proyecto, pueden desestabilizarlas por el fenómeno de la capilaridad del material utilizado.

Para efectos de diseño de carreteras con eficiencia funcional y económica, se requiere contar con data actualizada por dos necesidades principales: estabilidad del pavimento y la estabilidad de los terraplenes, de la plataforma en general.

Esta información se viene trabajando directamente con información climática nacional elaborada por el SENAMHI.

2.2.8. Estudios de canteras y fuentes de agua

Los materiales naturales, como las rocas, gravas, arenas y suelos seleccionados, denominados frecuentemente como “áridos”, “inertes” o “agregados”, según sus usos y aplicaciones, cumplen un rol muy significativo e importante en la calidad, durabilidad y economía de las obras viales. La naturaleza y propiedades físicas de estos materiales, así como las formas en que se presentan y su disponibilidad, serán los factores principales que determinarán los usos de estos, así como el grado de procesamiento que requerirán antes de su empleo.

La mayor o menor disponibilidad de estos en las proximidades de la obra, así como la intensidad del procesamiento afectan con frecuencia los costos de construcción, por lo cual se justifica una exploración sistemática del área del proyecto, siempre que se puedan lograr reducciones razonables de las distancias de transporte y de los procesos de

transformación de los materiales. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Estudio de canteras de suelo

El estudio de las fuentes de materiales o canteras, lugar de donde se extraerán diferentes tipos de agregados para usos como mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, subbase y base granular, agregados para tratamientos bituminosos, agregados para mezclas asfálticas y agregados para mezclas de concreto, es determinar si estos agregados son o no aptos para el tipo de obra a ejecutar, en tal sentido se requiere determinar sus características mediante la realización de los correspondientes ensayos de laboratorio.

Las Fuentes de Materiales o Canteras serán ubicadas en función a su distancia de la obra a realizar, considerando para su elección la de menor distancia a esta, siempre y cuando cumpla con la calidad y cantidad requeridas para la ejecución de la obra.

Ensayos de Laboratorio

Los ensayos realizados en laboratorio para determinar las características químicas, físicas y mecánicas de los materiales de las canteras, se realizarán de acuerdo al Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC (vigente) y serán las que señalen en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para, vigente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Los ensayos de los materiales deberán ser de dos tipos:

- Estrato por estrato.
- De conjunto de los materiales.

Fuentes de agua

Se determinará las fuentes de agua y su distancia a la obra, así mismo se tendrá en cuenta el tipo de fuente, calidad de agua, disponibilidad y variación estacional.

Para el uso del agua en obra, se realizarán ensayos químicos para poder obtener su calidad, los requerimientos de calidad para el agua serán los estipulados en las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras del MTC, vigente.

2.3. Marco conceptual

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.¹

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials.¹

SLUMP: Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú.¹

SI: Sistema Internacional de Unidades.¹

Pavimento: Estructura compuesta por capas apoyadas sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad.²

Pavimentos (pavimentos asfálticos): Los pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades (concreto asfáltico mezcla en caliente, concreto asfáltico mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micropavimento, etc.), está compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granular. El pavimento asfáltico de espesor total, es el nombre patentado por el Instituto del Asfalto, para referirse a los pavimentos de concreto asfáltico construidos directamente sobre la sub-rasante.³

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.⁴

¹ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.9)

² (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p.43)

³ (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p.44)

⁴ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.10)

Sección Transversal: Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nómina y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía. Hay dos tipos de sección transversal: General y Especial.⁵

Tramos homogéneos: Son aquellos que el diseñador identifica a lo largo de una carretera, a los que, por las condiciones orográficas, se les asigna una misma velocidad de diseño. Por lo general, una carretera tiene varios tramos homogéneos.⁵

Afirmado: Capa de material selecto procesado de acuerdo a diseño, que se coloca sobre la sub-rasante o sub-base de un pavimento. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en vías no pavimentadas. Esta capa puede tener un tratamiento de estabilización.⁶

Año base: Es el año para el que se escogen y consideran los datos del tráfico que servirá de base al tráfico de diseño.⁶

Base: Capa generalmente granular, aunque también podría ser de suelo estabilizado, de concreto asfáltico, ó de concreto hidráulico. Su función principal es servir como elemento estructural de los pavimentos, aunque en algunos casos puede servir también como capa drenante.⁶

Capa asfáltica de superficie: Es la capa superior de un pavimento asfáltico, llamada también Capa de Desgaste o Capa de Rodadura.⁷

Capa de base asfáltica: Es una capa estructural de algunos pavimentos flexibles compuesta de agregados minerales unidos con productos asfálticos. También conocida como Base Negra.⁷

Capa de sub-rasante: Porción superior del terreno natural en corte o porción superior del relleno, de 20 cm de espesor compactado en vías locales y colectoras y de 30 cm de espesor compactado en vías arteriales y expresas.⁷

⁵ (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.11)

⁶ (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p.38)

⁷ (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p.39)

Carril de diseño: Es el carril sobre el que se espera el mayor número de aplicaciones de cargas por eje simple equivalente de 80 kN. Normalmente, será cualquiera de los carriles en una vía de 2 carriles en el mismo sentido, o el carril exterior en una vía de carriles múltiples también en el mismo sentido.⁷

Estabilización de suelos: Proceso físico y/o químico por el que se mejoran las propiedades físico- mecánicas del suelo natural en corte o de los materiales de préstamo en relleno, con el objeto de hacerlos estables.⁸

Estructura del pavimento asfáltico: Pavimento con todas sus capas de mezclas asfálticas, o de una combinación de capas asfálticas y base granulares, colocadas encima de la sub-rasante natural o estabilizada.⁸

Imprimación asfáltica: Asfalto diluido, aplicado con un rociador de boquilla que permita una distribución uniforme sobre la Base Granular para impermeabilizarla y lograr su adherencia con la Capa Asfáltica de Superficie.⁹

Rasante: Es el nivel superior del pavimento terminado. La Línea de Rasante se ubica en el eje de la vía.¹⁰

Sub-rasante: Es el nivel inferior del pavimento paralelo a la rasante.¹¹

Tráfico: Determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño de proyecto. Si el número de aplicaciones es menor de 10^4 ESALs se considera Tráfico Ligero.

Si el número de aplicaciones es mayor o igual a 10^4 ESALs y menor de 10^6 ESALs se considera como Tráfico Medio.

Si el número de aplicaciones es mayor a 10^6 ESALs se considera tráfico alto.¹¹

Tránsito: Acción de ir o pasar de un punto a otro por vías públicas.¹¹

⁸ (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p.41)

⁹ (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p.42)

¹⁰ (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p.45)

¹¹ (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p.45)

2.4. Hipótesis

La condición actual del pavimento entre los tramos Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru de la Av. Federico Villarreal se encuentra en un estado deteriorado y el nuevo diseño estructural de pavimento rígido y flexible, cumplirán los parámetros de la Norma AASHTO 93.

2.5. Variables e Indicadores

a. Variables Independientes:

- Condiciones del pavimento
- Resistencia al esfuerzo de corte del suelo
- Estudio de tránsito vehicular
- Levantamiento topográfico

b. Variables Dependientes:

- Espesor de la Superficie de Rodadura
- Espesor de la losa de concreto
- Espesor de la base
- Espesor de la Sub - Base
- Espesor de la Sub – Rasante

c. Cuadro de Operacionalización de las Variables:

VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
Condiciones del pavimento	Estado de pavimento	Escala de Likert	Ficha de Observación
Resistencia al esfuerzo de corte del suelo	CBR	%	Laboratorio de suelos
Estudio de tránsito vehicular	Tráfico	# de Vehículos	Estudio de tráfico
Levantamiento topográfico	Topografía	Cotas	Estación Total

VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
Espesor de la Superficie de rodadura	Sección	Centímetros (cm)	Proceso de Cálculo
Espesor de la Losa de Concreto	Sección	Centímetros (cm)	Proceso de Cálculo
Espesor de la Base	Sección	Centímetros (cm)	Proceso de Cálculo
Espesor de la Sub – base	Sección	Centímetros (cm)	Proceso de Cálculo
Espesor de la Sub – rasante	Sección	Centímetros (cm)	Proceso de Cálculo

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Será un tipo de investigación **aplicada**, ya que se utiliza de los conocimientos de la ingeniería civil y geotecnia para posterior a ello ponerlo en práctica en el ámbito social, con el fin de poder beneficiar a la comunidad.

3.2. Población y muestra de estudio

a. Población

La población se considera toda la Av. Federico Villarreal.

b. Muestra

Nuestra muestra es el tramo entre la Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru, haciendo un total de 5,017Km de vía en estudio.

3.3. Diseño de investigación

Investigación de campo, ya que tanto el análisis y la recolección de datos se realizaron in situ. En el tramo en estudio se realizó el conteo vehicular, obtención de muestras de suelo para ensayos y el levantamiento topográfico. Así mismo, se empleará metodologías tales como la AASHTO 93 y del Instituto del Asfalto, comúnmente empleadas en la Normativa Peruana para determinar los espesores del pavimento flexible y pavimento rígido.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

a. Técnicas:

- ✓ Inspección visual.
- ✓ Conteo de vehículos.
- ✓ Recolección de muestras de suelo.
- ✓ Evaluación y análisis de fallas superficiales.
- ✓ Levantamiento topográfico de la zona en estudio.
- ✓ Ensayos de laboratorio.

b. Instrumentos

- ✓ Plano de localización de la zona en estudio.
- ✓ Ficha de observación y recopilación de datos.
- ✓ Formatos para caracterizar el tráfico.
- ✓ Teodolito y estación total.
- ✓ Equipos de laboratorio de mecánica de suelos.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Técnica de procesamiento de datos.

- ✓ En primer lugar, coordinar con la Municipalidad de Trujillo, para los estudios respectivos de suelo y tráfico entre los tramos de la Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru de la Av. Villarreal.
- ✓ Realizar el conteo total vehicular según tipo, sentido y la hora de control para determinar el índice medio diario (IMD).
- ✓ Determinar la capacidad de resistencia de corte del suelo de la subrasante (CBR) en el laboratorio de mecánica de suelos.
- ✓ Realizar una evaluación visual in-situ de las fallas superficiales del pavimento actual del tramo en estudio.
- ✓ Realizar una propuesta económica en software S10 Presupuestos 2005, para comparar costos de diseño de pavimento flexible y pavimento rígido.

Análisis de datos.

- ✓ AutoCad, software de diseño que nos ayudará a ubicar la zona de estudio, ubicación de calicatas y perfil topográfico.
- ✓ Civil 3D, software que permitirá representar la propuesta de diseño del pavimento.
- ✓ Microsoft Excel 2019, programa que simplificará el uso de tablas y hojas de cálculo para la metodología de diseño.

- ✓ Microsoft Word 2019, programa que servirá para redactar el informe de la presente tesis.
- ✓ S10 Presupuestos 2005, software que permitirá calcular el monto económico de la ejecución del pavimento flexible y pavimento rígido obtenido del diseño previo.

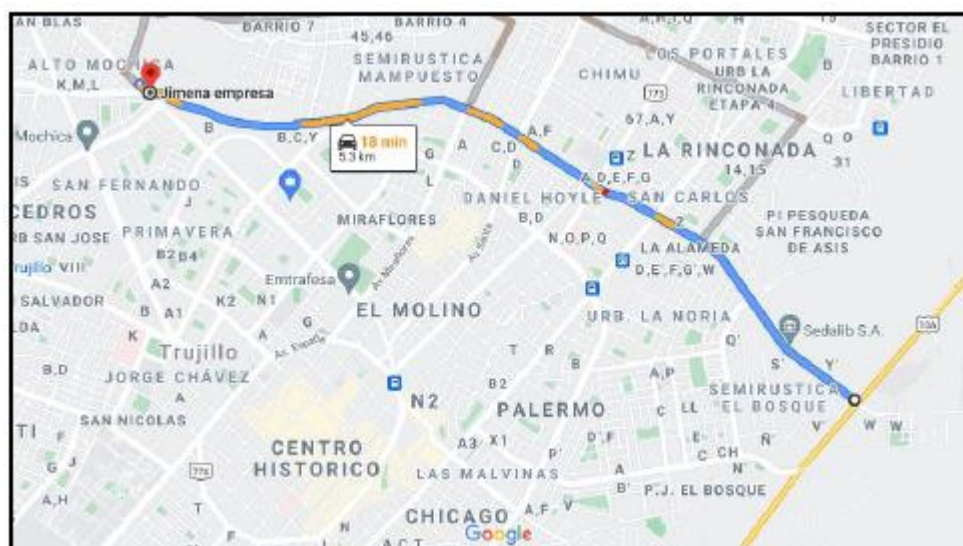
3.6. Generalidades

3.6.1. Ubicación del Área de Estudio

El proyecto denominado **“EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”**, se encuentra ubicado en el Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

Figura 1

Ubicación del tramo de Estudio



Nota. Tramo de Estudio, Av. Federico Villarreal tramo entre la Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru.

3.6.2. Estado Actual del Área en Estudio

El área de intervención del proyecto se encuentra en mal estado, debido al desgaste natural del terreno y de las condiciones climáticas que han afectado directamente la condición del asfalto, por otro lado,

existen también erosiones ocasionadas por el paso del tiempo, y que dificultan la transitabilidad hacia el distrito.

3.7. Clima

Durante el invierno, que se presenta en los meses de mayo a setiembre, la temperatura promedio desciende a los 15°C y en el verano que se presenta en los meses de diciembre a marzo, la temperatura puede alcanzar los 32°C.

Deberán tomarse previsiones en caso, de que pueda presentarse condiciones desfavorables como la originada por el fenómeno del niño. También podrían presentarse precipitaciones pluviales de gran magnitud, pudiendo éstas generar problemas a la infraestructura vial.

3.8. Geología y Sismicidad

3.8.1. Geología

De acuerdo al Mapa Geológico, se identificó que en el área de estudio un grupo litológico principal constituido por un depósito de sedimentos de tipo aluvial cuya edad geológica pertenece al cuaternario reciente (Q-al).

En el área de estudio no se determinó la presencia del Nivel de Aguas Freáticas a la profundidad explorada de 2.00m. Así mismo, no se determinó la presencia de estructuras geológicas importantes, como fallas, discordancias, grietas pronunciadas, etc.

3.8.2. Geodinámica

La Geodinámica externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como posibles aluviones, huaycos, deslizamientos de masas de tierra, inundaciones, etc.

La Litología del suelo fue caracterizado por un suelo del tipo transportado, identificándose arenas pobremente graduadas con pocos limos.

3.8.3. Sismicidad

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, presentado por el Dr. Ing. Jorge Alva Hurtado (1984), el cual se basa en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Alta Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII a IX den la escala de Mercalli Modificada. Ver Figura 8.

3.8.4. Parámetros de diseño Sismorresistente

De acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E-030 y el predominio del suelo, se recomienda adoptar en los diseños Sismo-Resistentes, los siguientes parámetros:

- Factor de Zona $Z=0.45$

Condiciones geotécnicas:

- El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S_2 .
- Periodo de Vibración del Suelo $T_p=0.6\text{seg}$
- Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante $T_L=2.0\text{seg}$
- Factor de Amplificación del Suelo Tipo S_2 . $S=1.05$

Figura 2

Zonas Sísmicas del Perú



Nota. Norma Sismo-Resistente E.030. Parámetro para el presente diseño, Zona 4, $Z=0.45$.

3.9. Trabajos de Campo

Se realizaron exploraciones del suelo, mediante la excavación de calicatas y muestreo del suelo.

3.9.1. Calicatas

Se excavaron diez (10) calicatas o pozos exploratorios a cielo abierto, ubicadas convenientemente a lo largo de la zona en estudio, asignándolas las nomenclaturas: C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9 y C-10.

El respectivo registro de la estratigrafía de las 10 calicatas, se presentan en el Capítulo correspondiente de ANEXOS. Ver *Anexo N°03: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS*.

Tabla 15*Ubicación de Calicatas*

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN
1	C-1	2.00 m	Intersección Av. Federico Villarreal con Carretera Industrial
2	C-2	2.00 m	Frente a Sedalib S.A.
3	C-3	2.00 m	Intersección Av. Federico Villarreal con Av. Honorio Delgado
4	C-4	2.00 m	Intersección Av. Federico Villarreal con Calle Juan del Corral
5	C-5	2.00 m	Intersección Av. Federico Villarreal con Av. Perú
6	C-6	2.00 m	Intersección Av. Federico Villarreal con Jirón Pucará
7	C-7	2.00 m	Av. Federico Villarreal, frontis Mercado La Hermelinda
8	C-8	2.00 m	Frente al CC. Las Malvinas (Hermelinda)
9	C-9	2.00 m	Intersección Av. Federico Villarreal con Av. Kunturwasi
10	C-10	2.00 m	Intersección Av. Federico Villarreal con Av. Tupac Amaru

Nota. Se realizaron 10 calicatas a lo largo de la zona de estudio.

3.9.2. Muestreo

De cada uno de los perfiles representativos de suelos, se extrajeron muestras alteradas que debidamente identificadas se remitieron al laboratorio para los ensayos correspondientes para la identificación y clasificación de suelos.

3.10. Ensayos de Laboratorio

- Análisis Granulométricos por Tamizado (Norma ASTM D422)
- Límite Líquido (Norma ASTM D423)
- Límite Plástico (Norma ASTM D424)
- Contenido de Humedad (ASTM D2216)
- Determinación del C.B.R. (California Bearing Ratio)
- Ensayo de Proctor Modificado/Densidad Seca Máxima.

- Sales Solubles Totales (Ex Itintec).

3.11. Trabajos de Gabinete

3.11.1. Perfil Estratigráfico

Los perfiles estratigráficos obtenidos de los trabajos de campo y de los ensayos de laboratorio se adjuntan en el Capítulo correspondiente de ANEXOS. Ver *Anexo N°03: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS*.

3.11.2. Conformación del Subsuelo

Calicata C-1:

0.00-0.70: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

0.70-2.00: Finalmente encontramos arena pobremente graduada con pocos limos (SP-SM) de color beige pardo a amarillo claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-2:

0.00-1.00: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

1.00-2.00: Finalmente encontramos arena pobremente graduada con pocos limos (SP-SM) de color beige pardo a amarillo claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-3:

0.00-0.40: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

0.40-2.00: Finalmente encontramos arena pobremente graduada con pocos limos (SP-SM) de color beige pardo a amarillo claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-4:

0.00-1.00: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

1.00-2.00: Finalmente encontramos arena arcillosa (SC) de color marrón claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-5:

0.00-0.40: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

0.40-2.00: Finalmente encontramos arena pobremente graduada con pocos limos (SP-SM) de color beige pardo a amarillo claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-6:

0.00-1.20: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

1.20-2.00: Finalmente encontramos arena pobremente graduada con pocos limos (SP-SM) de color beige pardo a amarillo claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-7:

0.00-1.20: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

1.20-2.00: Finalmente encontramos arena pobremente graduada con pocos limos (SP-SM) de color beige pardo a amarillo claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-8:

0.00-1.00: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

1.00-2.00: Finalmente encontramos arena arcillosa (SC) de color marrón claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-9:

0.00-1.00: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

1.00-2.00: Finalmente encontramos arena pobremente graduada con pocos limos (SP-SM) de color beige pardo a amarillo claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

Calicata C-10:

0.00-1.00: Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.

1.00-2.00: Finalmente encontramos arena pobremente graduada con pocos limos (SP-SM) de color beige pardo a amarillo claro, de compacidad media, poca plasticidad y regular humedad. No se encontró el NAF hasta la profundidad explorada.

3.11.3. Presencia del Nivel Freático

No se encontró el nivel de agua freática hasta la profundidad máxima de exploración 2.00m. (enero del 2022).

3.12. Estudio de Tráfico

Para el estudio de tráfico realizamos el conteo de vehículos en la zona de estudio del proyecto en el transcurso de 7 días consecutivos durante las 24 horas del día, posteriormente se realizó el procesamiento de datos para obtener el IMD y el número de repeticiones de ejes equivalentes (EE) de 8.2 tn, se realizaron en base a las recomendaciones del “Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010” y del “Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014”.

Se consideraron 7 puntos de control para el conteo de vehículos que identificaremos a continuación:

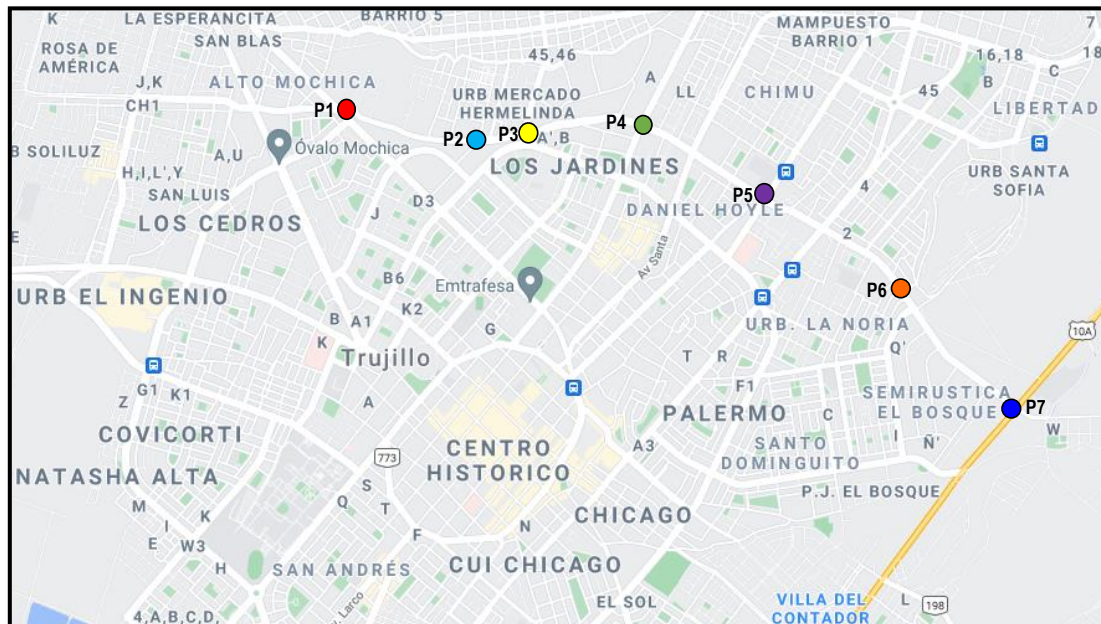
- Punto de Control N°1: Intersección entre la “Av. Túpac Amaru II” y la “Av. Federico Villarreal”.
- Punto de Control N°2: Intersección entre “Av. Kunturwasi” y la “Av. Federico Villarreal”.
- Punto de Control N°3: Intersección entre la “Av. 8 de Octubre” (Mercado La Hermelinda) y la “Av. Federico Villarreal”.
- Punto de Control N°4: Intersección entre “Av. Miraflores” y la “Av. Federico Villarreal”.
- Punto de Control N°5: Intersección entre “Prolongación Unión” y la “Av. Federico Villarreal”.
- Punto de Control N°6: Intersección entre “Calle Juan del Corral y Calmet” y la “Av. Federico Villarreal”.
- Punto de Control N°7: Intersección entre “Carretera Industrial” y la “Av. Federico Villarreal”.








Los días de conteo se realizaron de la siguiente manera:

- Punto de Control N°1: martes 7 de diciembre del 2021.
- Punto de Control N°2: sábado 11 de diciembre del 2021.
- Punto de Control N°3: miércoles 8 de diciembre del 2021.
- Punto de Control N°4: lunes 6 de diciembre del 2021.
- Punto de Control N°5: domingo 12 de diciembre del 2021.
- Punto de Control N°6: viernes 10 de diciembre del 2021.
- Punto de Control N°7: jueves 9 de diciembre del 2021.

Figura 3

Ubicación geográfica del tramo en estudio



Leyenda	
	Punto de Control N°1
	Punto de Control N°2
	Punto de Control N°3
	Punto de Control N°4
	Punto de Control N°5
	Punto de Control N°6
	Punto de Control N°7






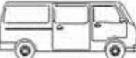



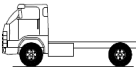
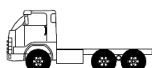

Nota. Ubicación de puntos de control a lo largo del tramo de estudio.

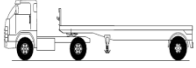
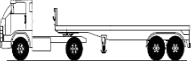
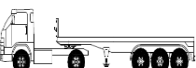
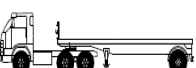



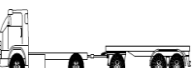


3.12.1. Conteo Vehicular

El conteo vehicular se realizó en 7 puntos de control distribuidos en los 5Km del tramo en estudio de la Av. Federico Villarreal, por el transcurso de 7 días durante las 24 horas del día, desde el 06 de diciembre del 2021 hasta el 12 de diciembre de 2021.

Tabla 16

Conteo de Vehículos

ESTACION:			Lunes 06/12/2021	Martes 07/12/2021	Miércoles 08/12/2021	Jueves 09/12/2021	Viernes 10/12/2021	Sábado 11/12/2021	Domingo 12/12/2021
V E H I C U L O S	MOTO "L3"		1230	1048	1055	1,097	738	760	1133
	MOTOTAXI "L5"		281	234	280	120	114	345	100
	AUTO "M1"		6055	4935	5521	5,117	4365	4614	6283
C A M I O N E T A S	PANEL "N1"		235	238	248	371	169	335	101
	PICK UP "N2"		1098	1105	1045	1,814	1615	871	698
	RURAL COMBI "M2"		179	101	209	513	357	391	129
B U S	B2		60	54	44	87	136	27	31
	B3-1		0	5	0	4	0	0	0
	B4-1		0	0	0	0	0	0	0
C A M I O N	C2		470	421	538	631	488	528	224
	C3		181	90	101	238	264	125	80
	C4		10	10	7	11	17	7	9

S E M I T R A I L E R	T2S1		3	2	2	2	3	2	1
	T2S2		1	6	4	42	11	1	5
	T2S3		1	1	0	3	2	1	0
	T3S1		0	0	0	8	5	0	0
	T3S2		0	0	0	0	1	1	0
	T3S3		23	21	18	156	49	14	15
T R A I L E R	C2R2		0	0	0	1	0	0	0
	C2R3		0	0	0	0	0	0	0
	C3R2		0	0	0	0	0	0	0
	C3R3		0	0	0	0	2	0	0










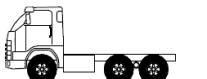
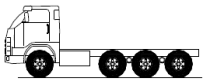
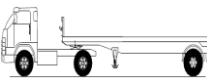
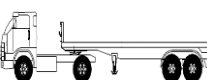
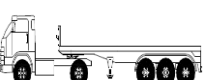
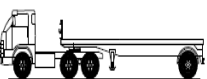
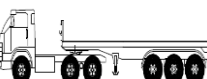
Nota. Datos obtenidos por los 7 días de conteo vehicular realizados.

3.12.2. Cálculo del IMD's

Se toma como base los muestreos de IMD obtenidos para los días de conteo realizado. Este valor nos brinda el volumen vehicular por días de la semana.

Tabla 17

Cálculo del Índice Medio Diario Semanal

ESTACION:			Lunes 06/12/2021	Martes 07/12/2021	Miércoles 08/12/2021	Jueves 09/12/2021	Viernes 10/12/2021	Sábado 11/12/2021	Domingo 12/12/2021	IMD	IMD'S
VEHICULOS	MOTO "L3"		1230.00	1048.00	1055.00	1097.00	738.00	760.00	1133.00	7061.00	1009.00
	MOTOTAXI "L5"		281.00	234.00	280.00	120.00	114.00	345.00	100.00	1474.00	211.00
	AUTO "M1"		6055.00	4935.00	5521.00	5117.00	4365.00	4614.00	6283.00	36890.00	5270.00
CAMIONETAS	PANEL "N1"		235.00	238.00	248.00	371.00	169.00	335.00	101.00	1697.00	242.00
	PICK UP "N2"		1098.00	1105.00	1045.00	1814.00	1615.00	871.00	698.00	8246.00	1178.00
	RURAL COMBI "M2"		179.00	101.00	209.00	513.00	357.00	391.00	129.00	1879.00	268.00
BUS	B2		60.00	54.00	44.00	87.00	136.00	27.00	31.00	439.00	63.00
	B3-1		0.00	5.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	9.00	1.00
CAMION	C2		470.00	421.00	538.00	631.00	488.00	528.00	224.00	3300.00	471.00
	C3		181.00	90.00	101.00	238.00	264.00	125.00	80.00	1079.00	154.00
	C4		10.00	10.00	7.00	11.00	17.00	7.00	9.00	71.00	10.00
SEMI TRAILER	T2S1		3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00	15.00	2.00
	T2S2		1.00	6.00	4.00	42.00	11.00	1.00	5.00	70.00	10.00
	T2S3		1.00	1.00	0.00	3.00	2.00	1.00	0.00	8.00	1.00
	T3S1		0.00	0.00	0.00	8.00	5.00	0.00	0.00	13.00	2.00
	T3S3		23.00	21.00	18.00	156.00	49.00	14.00	15.00	296.00	42.00

Nota. Se expresa valores del IMD y IMD's obtenidos del conteo vehicular.

3.12.3. Factor de crecimiento acumulado (Fca)

Para realizar la propuesta de diseño estructural de pavimento rígido y flexible para la Av. Federico Villarreal entre los tramos de la carretera industrial y la Av. Túpac Amaru, se estableció un periodo de diseño de 20 años.

La tasa de crecimiento promedio anual que se consideró para la estimación del crecimiento de la población de Trujillo es del 2%.

Tabla 18

Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según provincia, 1981-1993, 1993-2007 y 2007 y 2017

Provincia	Tasa de crecimiento promedio anual (%)		
	1981 – 1993	1993 – 2007	2007 – 2017
Total	2.2	1.7	1
Trujillo	3.2	2.2	1.8
Ascope	0.2	0.5	0
Bolívar	1.7	-0.1	-1.4
Chepén	1.5	1.8	0.3
Julcán	-	-0.8	-1.6
Otuzco	0.3	0.4	-1.3
Pacasmayo	2.5	1.3	0.9
Pataz	0.7	1.5	0.3
Sánchez de Carrión	2.1	1.6	0.6
Santiago de Chuco	-1.6	0.7	-1.4
Gran Chimú	0.5	0.3	-1.2
Virú	3.5	5.7	1.9

Nota. Datos obtenidos de la Oficina Departamental de Estadística e Informática La Libertad.

La (AASHTO, 1993), establece valores para el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) en la Tabla N°18, donde se obtuvo un valor de:

$$Fca = 24.30$$

Tabla 19*Factores de crecimiento del tráfico (Fca)*

Periodo de Análisis (años)	Factor Sin Crecimiento	Tasa de crecimiento anual						
		2	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.32
7	7.00	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	29.97
15	15.00	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	28.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.00	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.00	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.00	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Nota. Factor de Crecimiento Anual (Fca) en base al periodo de años y la tasa de crecimiento anual. Valores según la Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, p. 384.

3.12.4. Factor de distribución direccional (Fd) y de carril (Fc)

En nuestro diseño se van a realizar dos calzadas con separador central, con un número de sentidos igual a dos, presentando dos carriles por sentido. En base a estos factores se determinaron los valores del (Fd) y (Fc).

La Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, establece valores para el Factor de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc) en la Tabla N°19, en base a lo que se pretende diseñar se obtuvo un valor de:

$$F_d = 0.50$$

$$F_c = 0.80$$

Tabla 20

Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

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

Nota. Los valores para Factor de Distribución Direccional y de Carril se obtiene en base al número de calzadas, sentidos y carriles por sentido del tramo en estudio.

3.12.5. Factor de Ejes Equivalentes (EE)

La guía AASHTO definió los Ejes Equivalentes (EE), al efecto de deterioro causado sobre la estructura del pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2tn de peso, con neumáticos a la presión de 80lbs/pulg².

Tabla 21

Configuración de los ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (con rueda simple)	1RS	2	
EJE SIMPLE (con rueda doble)	1RD	4	
EJE TANDEM (1Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	6	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	8	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota.

RS: Rueda Simple

RD: Rueda Doble

Para calcular los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento.

Tabla 22

Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos flexibles

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

Nota. En base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO, 1993.

Tabla 23

Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{4.1}
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.1}
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simples) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 13.0] ^{4.1}
Eje Tándem (2 ejes ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 13.3] ^{4.1}
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simples) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 16.6] ^{4.0}
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 17.5] ^{4.0}

P = peso real por eje en toneladas

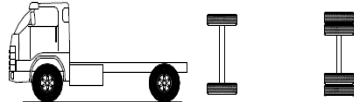
Nota. En base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO, 1993.

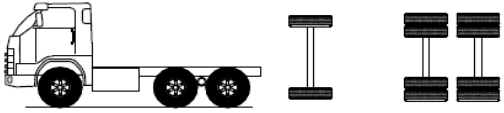
3.12.6. Factor de Vehículo Pesado (Fvp)

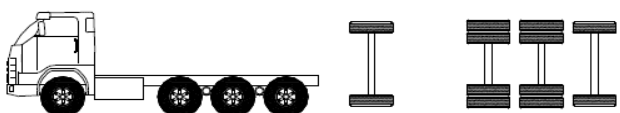
Es el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado.

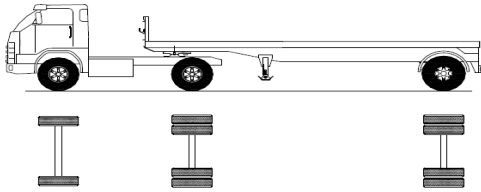
Tabla 24

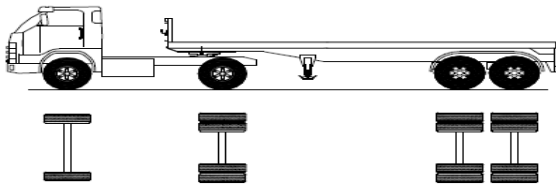
Factor vehículo pesado para pavimento flexible

FACTOR VEHICULO CAMION C2		
El peso total del Camion C2 es de 18 ton.		
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	
C2		
	EEs1= [P/6.6]^4.0	EEta= [P/8.2]^4.0
Ejes	E1	E2
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Peso (Ton)	7	11
Factor E.E.	1.265	3.238
Total Factor Camion C2	4.504	

FACTOR VEHICULO CAMION C3			
El peso total del Camion C3 es de 25 ton.			
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos		
C3			
	$EEs1= [P/6.6]^{4.0}$	$EEta2= [P/15.1]^{4.0}$	
Ejes	E1	E2	E3
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem	
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 Ejes de Ruedas Dobles	
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9
Peso (Ton)	7	18	
Factor E.E.	1.265	2.019	
Total Factor Camion C3	3.285		

FACTOR VEHICULO CAMION C4				
El peso total del Camion C4 es de 30 ton.				
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos			
C4				
	$EEs1= [P/6.6]^{4.0}$	$EEtr1= [P/20.7]^{3.9}$		
Ejes	E1	E2	E3	E4
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tridem		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	8	8	7
Peso (Ton)	7	23		
Factor E.E.	1.265	1.508		
Total Factor Camion C4	2.774			

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S1			
El peso total del SEMI TRAILER T2S1 es de 29 ton.			
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos		
T2S1			
	$EEs1= [P/6.6]^4.0$	$EEs2= [P/8.2]^4.0$	$EEs2= [P/8.2]^4.0$
Ejes	E1	E2	E3
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11	11
Peso (Ton)	7	11	11
Factor E.E.	1.265	3.238	3.238
Total Factor Semi Trailer T2S1	7.742		

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S2				
El peso total del SEMI TRAILER T2S2 es de 36 ton.				
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos			
T2S2				
	$EEs1= [P/6.6]^4.0$	$EEs2= [P/8.2]^4.0$	$EEta2= [P/15.1]^4.0$	
Ejes	E1	E2	E3	E4
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tandem	
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	2 ejes de ruedas dobles	
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11	9	9
Peso (Ton)	7	11	18	
Factor E.E.	1.265	3.238	2.019	
Total Factor Semi Trailer T2S2	6.523			

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S3					
El peso total del SEMI TRAILER T2S3 es de 43 ton.					
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos				
T2S3					
	$EEs1= [P/6.6]^4.0$	$EEs2= [P/8.2]^4.0$	$EEtr2= [P/21.8]^3.9$		
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tridem		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	3 ejes de ruedas dobles		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11	9	8	8
Peso (Ton)	7	11	25		
Factor E.E.	1.265	3.238	1.706		
Total Factor Semi Trailer T2S3	6.210				

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T3S1				
El peso total del SEMI TRAILER T3S1 es de 36 ton.				
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos			
T3S1				
	$EEs1= [P/6.6]^4.0$	$EEta2= [P/15.1]^4.0$		$EEs2= [P/8.2]^4.0$
Ejes	E1	E2	E3	E4
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Simple
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes de ruedas dobles		Rueda doble
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9	11
Peso (Ton)	7	18		11
Factor E.E.	1.265	2.019		3.238
Total Factor Semi Trailer T3S1	6.523			

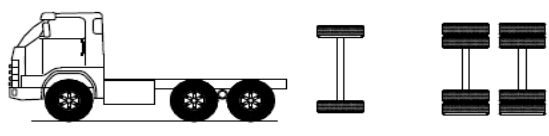
FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T3S3						
El peso total del SEMI TRAILER T3S3 es de 50 Ton						
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos					
T3S3						
	$EEs1= [P/6.6]^{4.0}$	$EEta2= [P/15.1]^{4.0}$		$EEtr2= [P/21.8]^{3.9}$		
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes de ruedas dobles		3 ejes de ruedas dobles		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9	9	8	8
Peso (Ton)	7	18		25		
Factor E.E.	1.265	2.019		1.706		
Total Factor Semi Trailer T3S3	4.991					

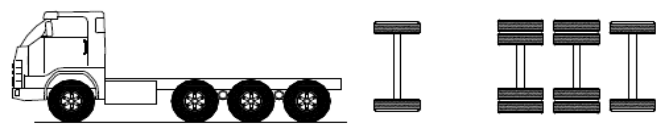
Nota. Número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado para pavimento flexible.

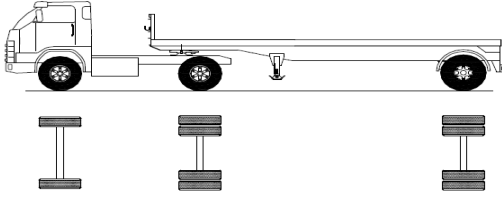
Tabla 25

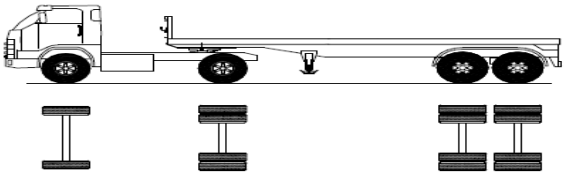
Factor vehículo pesado para pavimento rígido

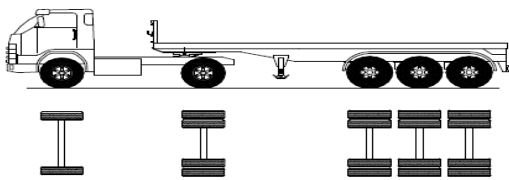
FACTOR VEHICULO CAMION C2		
El peso total del Camion C2 es de 18 ton.		
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos	
C2		
	$EEs1= [P/6.6]^{4.1}$	$EEta= [P/8.2]^{4.1}$
Ejes	E1	E2
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Peso (Ton)	7	11
Factor E.E.	1.273	3.335
Total Factor Camion C2	4.608	

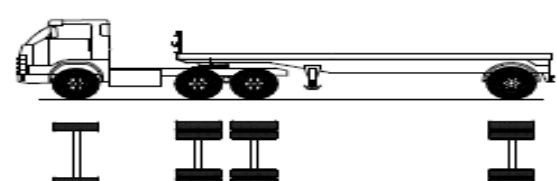
FACTOR VEHICULO CAMION C3			
El peso total del Camion C3 es de 25 ton.			
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos		
C3			
	$EEs1= [P/6.6]^{4.1}$	$EEta2= [P/13.3]^{4.1}$	
Ejes	E1	E2	E3
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem	
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 Ejes de Ruedas Dobles	
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9
Peso (Ton)	7	18	
Factor E.E.	1.273	3.458	
Total Factor Camion C3	4.731		

FACTOR VEHICULO CAMION C4				
El peso total del Camion C4 es de 30 ton.				
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos			
C4				
	$EEs1= [P/6.6]^{4.1}$	$EEtr1= [P/16.6]^{4}$		
Ejes	E1	E2	E3	E4
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tridem		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	8	8	7
Peso (Ton)	7	23		
Factor E.E.	1.273	3.685		
Total Factor Camion C4	4.958			

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S1			
El peso total del SEMI TRAILER T2S1 es de 29 ton.			
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos		
T2S1			
	$EEs1= [P/6.6]^{4.1}$	$EEs2= [P/8.2]^{4.1}$	$EEs2= [P/8.2]^{4.1}$
Ejes	E1	E2	E3
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11	11
Peso (Ton)	7	11	11
Factor E.E.	1.273	3.335	3.335
Total Factor Semi Trailer T2S1	7.942		

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S2				
El peso total del SEMI TRAILER T2S2 es de 36 ton.				
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos			
T2S2				
	$EEs1= [P/6.6]^{4.1}$	$EEs2= [P/8.2]^{4.1}$	$EEta2= [P/13.3]^{4.1}$	
Ejes	E1	E2	E3	E4
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tandem	
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	2 ejes de ruedas dobles	
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11	9	9
Peso (Ton)	7	11	18	
Factor E.E.	1.273	3.335	3.458	
Total Factor Semi Trailer T2S2	8.066			

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T2S3					
El peso total del SEMI TRAILER T2S3 es de 43 ton.					
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos				
T2S3					
	$EEs1= [P/6.6]^{4.1}$	$EEs2= [P/8.2]^{4.1}$	$EEtr2= [P/17.5]^{4}$		
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tridem		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	3 ejes de ruedas dobles		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	11	9	8	8
Peso (Ton)	7	11	25		
Factor E.E.	1.273	3.335	4.165		
Total Factor Semi Trailer T2S3	8.773				

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T3S1				
El peso total del SEMI TRAILER T3S1 es de 36 ton.				
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos			
T3S1				
	$EEs1= [P/6.6]^{4.1}$	$EEta2= [P/13.3]^{4.1}$		$EEs2= [P/8.2]^{4.1}$
Ejes	E1	E2	E3	E4
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Simple
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes de ruedas dobles		Rueda doble
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9	11
Peso (Ton)	7	18		11
Factor E.E.	1.273	3.458		3.335
Total Factor Semi Trailer T3S1	8.066			

FACTOR VEHICULO SEMI TRAILER T3S3						
El peso total del SEMI TRAILER T3S3 es de 50 Ton						
Configuracion Vehicular	Descripcion Grafica de los Vehiculos					
T3S3						
	$EEs1= [P/6.6]^{4.1}$	$EEta2= [P/13.3]^{4.1}$		$EEtr2= [P/17.5]^{4.1}$		
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem		
Tipos de Rueda	Rueda Simple	2 ejes de ruedas dobles		3 ejes de ruedas dobles		
Carga Según Censo de Carga (ton)	7	9	9	9	8	8
Peso (Ton)	7	18		25		
Factor E.E.	1.273	3.458		4.165		
Total Factor Semi Trailer T3S3	8.896					

Nota. Número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado para pavimento rígido.

3.12.7. Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp)

Es el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado.

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes, se consideró el factor de ajuste por presión de neumáticos, con la finalidad de calcular el efecto que produce la presión del neumático sobre el pavimento.

Para ambos casos, tanto pavimento flexible y pavimento rígido, se consideró el factor de ajuste por presión de neumáticos de:

$$F_p = 1.00$$

3.12.8. Cálculo de Ejes Equivalentes día – carril

Para obtener el diseño estructural del pavimento se necesita los Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Al realizar un análisis comparativo del pavimento flexible y rígido, se obtendrán 2 diferentes EE día – carril debido a que el Factor Vehículo Pesado varía en el diseño del pavimento flexible y rígido.

EE_{día-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:

$$\mathbf{EE_{día-carril} = IMD_{p_i} \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_{p_i}}$$

donde:

IMD_{p_i}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)

F_d: Factor Direccional,





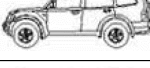



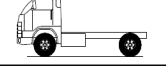
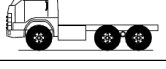
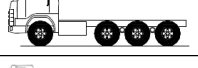
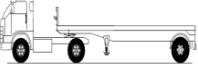
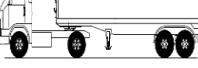
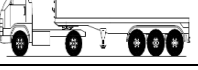
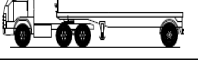
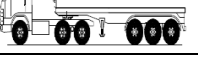
F_c: Factor Carril de diseño,

F_{vp_i}: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

F_p: Factor de Presión de neumáticos,

Tabla 26









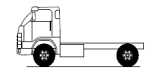
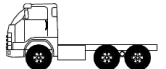


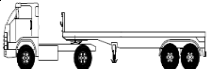



Ejes Equivalentes día - carril para pavimento flexible

ESTACION:			PAVIMENTO FLEXIBLE					EE día-carril
			IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMATICOS (Fp)	
VEHICULOS	MOTO "L3"		1009	0.50	0.80	0.0000	1.00	0.000
	MOTOTAXI "L5"		211	0.50	0.80	0.0000	1.00	0.000
	AUTO "M1"		5270	0.50	0.80	0.0011	1.00	1.111
CAMIONES	PANEL "N1"		242	0.50	0.80	0.0011	1.00	0.051
	PICK UP "N2"		1178	0.50	0.80	0.0169	1.00	3.973
	RURAL COMBI "M2"		268	0.50	0.80	0.0169	1.00	0.904
BUS	B2		63	0.50	0.80	4.5037	1.00	56.746
	B3-1		1	0.50	0.80	2.6313	1.00	0.526
CAMION	C2		471	0.50	0.80	4.5037	1.00	424.244
	C3		154	0.50	0.80	3.2846	1.00	101.165
	C4		10	0.50	0.80	2.7736	1.00	5.547
SEMI TRAILER	T2S1		2	0.50	0.80	7.7419	1.00	3.097
	T2S2		10	0.50	0.80	6.5229	1.00	13.046
	T2S3		1	0.50	0.80	6.2097	1.00	1.242
	T3S1		2	0.50	0.80	6.5229	1.00	2.609
	T3S3		42	0.50	0.80	4.9906	1.00	41.921
							Σ EE día - carril	656.183

Nota. En la Tabla N°26 se muestra el valor de EE día – carril, obtenido de multiplicar el IMD de cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, Factor Carril, Factor Vehículo Pesado y Factor de Ajuste por Presión de Neumáticos obtenidos anteriormente.

Tabla 27

Ejes Equivalentes día-carril para pavimento rígido

ESTACION:			PAVIMENTO RIGIDO					EE día-carril
			IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHICULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMATICOS (Fp)	
VEHICULOS	MOTO "L3"		1009	0.50	0.80	0.0000	1.00	0.000
	MOTOTAXI "L5"		211	0.50	0.80	0.0000	1.00	0.000
	AUTO "M1"		5270	0.50	0.80	0.0009	1.00	0.920
CAMIONETAS	PANEL "N1"		242	0.50	0.80	0.0009	1.00	0.042
	PICK UP "N2"		1178	0.50	0.80	0.0150	1.00	3.526
	RURAL COMBI "M2"		268	0.50	0.80	0.0150	1.00	0.802
BUS	B2		63	0.50	0.80	4.6077	1.00	58.057
	B3-1		1	0.50	0.80	3.6156	1.00	0.723
CAMION	C2		471	0.50	0.80	4.6077	1.00	434.042
	C3		154	0.50	0.80	4.7308	1.00	145.710
	C4		10	0.50	0.80	4.9582	1.00	9.916
SEMI TRAILER	T2S1		2	0.50	0.80	7.9425	1.00	3.177
	T2S2		10	0.50	0.80	8.0657	1.00	16.131
	T2S3		1	0.50	0.80	8.7726	1.00	1.755
	T3S1		2	0.50	0.80	8.0657	1.00	3.226
	T3S3		42	0.50	0.80	8.8958	1.00	74.724
							\sum EE día - carril	752.752

Nota. En la Tabla N°27 se muestra el valor de EE día – carril, obtenido de multiplicar el IMD de cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, Factor Carril, Factor Vehículo Pesado y Factor de Ajuste por Presión de Neumáticos obtenidos anteriormente.

3.12.9. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2tn

Se obtuvo el número de repeticiones de eje equivalente de 8.2 Tn, al multiplicar el Factor de crecimiento acumulado obtenido anteriormente multiplicado por los 365 días del año y por los Ejes Equivalentes día – carril. Lo cual representa un parámetro necesario en el diseño estructural del pavimento flexible y rígido.

Tabla 28

Número de repeticiones de EE. De 8.2tn para pavimento flexible

TRAMO AV. FEDERICO VILLARREAL	Nrep EE de 8.2 Tn	EAL o W18
Ambos Sentidos	5,820,011.01	

Nota. EAL de 8.2Tn valor necesario en el diseño estructural de pavimento flexible.

Tabla 29

Número de repeticiones de E.E. de 8.2tn para pavimento rígido

TRAMO AV. FEDERICO VILLARREAL	Nrep EE de 8.2 Tn	EAL o W18
Ambos Sentidos	6,676,529.56	

Nota. EAL de 8.2Tn valor necesario en el diseño estructural de pavimento rígido.

3.13. Estudio de Mecánica de Suelos

Para el presente proyecto, se realizaron diez (10) pozos exploratorios (calicatas) con una profundidad de 2.0m respecto a la superficie actual del terreno.

Obtenidas e identificadas las muestras, se llevaron al laboratorio obteniéndose los siguientes resultados:

3.13.1. Contenido de humedad

Este ensayo permite determinar el contenido de agua del suelo con el fin de obtener un probable comportamiento del suelo frente a una construcción civil.

Tabla 30*Contenido de humedad*

N° CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
1	C-1	12.99
2	C-2	12.61
3	C-3	13.37
4	C-4	12.65
5	C-5	12.51
6	C-6	13.67
7	C-7	12.69
8	C-8	13.43
9	C-9	12.72
10	C-10	13.17

Nota. No se encontró nivel de agua freática hasta la profundidad máxima de exploración de 2.00 m.

3.13.2. Análisis granulométrico

Este ensayo permite determinar la distribución de partículas de suelo y así la curva granulométrica del mismo, de manera que se puedan obtener características que permitan clasificar el suelo en análisis por alguno de los sistemas de clasificación de suelos existentes.

Tabla 31*Análisis granulométrico*

N° CALICATA	MUESTRA	% GRAVA(3/4)	% ARENA(N°4)	% FINO(N°200)
1	C-1	4.71	16.29	93.76
2	C-2	1.64	14.16	94.19
3	C-3	0.47	13.11	93.87
4	C-4	0.00	9.22	84.02
5	C-5	1.26	17.77	94.71
6	C-6	4.71	16.14	94.51
7	C-7	0.68	14.22	93.61
8	C-8	0.00	10.87	84.54
9	C-9	2.49	19.28	94.48
10	C-10	0.00	13.62	94.02

Nota. La litología del suelo fue caracterizada por un suelo del tipo transportado identificándose arenas pobremente graduadas con pocos limos.

3.13.3. Límite líquido

Se emplea para determinar el contenido de agua con el cual el suelo adquiere una consistencia de lodo capaz de fluir con esfuerzos bajos.

Tabla 32

Límite líquido

N° CALICATA	MUESTRA	LÍMITE LIQUIDO
1	C-1	21.28
2	C-2	20.03
3	C-3	21.57
4	C-4	24.33
5	C-5	19.71
6	C-6	20.95
7	C-7	20.23
8	C-8	24.42
9	C-9	20.48
10	C-10	19.66

Nota. Valores obtenidos del ensayo de Mecánica de Suelos realizado para el presente estudio.

3.13.4. Límite plástico

Este ensayo permitió determinar el porcentaje de contenido de humedad con que un suelo cambia al disminuir su humedad de la consistencia plástica a la semisólida, o, al aumentar su humedad, de la consistencia semisólida a la plástica. El límite plástico es el límite inferior del estado plástico.

Tabla 33

Límite plástico

N° CALICATA	MUESTRA	LÍMITE PLASTICO
1	C-1	15.44
2	C-2	16.00
3	C-3	15.46
4	C-4	16.51
5	C-5	15.29
6	C-6	15.98
7	C-7	15.01
8	C-8	16.18
9	C-9	15.97

10	C-10	14.94
----	------	-------

Nota. Valores obtenidos del ensayo de Mecánica de Suelos realizado para el presente estudio.

3.13.5. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad se expresa con el porcentaje del peso en seco de la muestra de suelo, e indica el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico. Mientras mayor sea el IP, mayor será la compresibilidad del suelo.

Tabla 34

Índice de plasticidad

N° CALICATA	MUESTRA	ÍNDICE PLASTICIDAD
1	C-1	5.84
2	C-2	4.03
3	C-3	6.11
4	C-4	7.82
5	C-5	4.42
6	C-6	4.97
7	C-7	5.22
8	C-8	8.24
9	C-9	4.52
10	C-10	4.71

Nota. Valores obtenidos del ensayo de Mecánica de Suelos realizado para el presente estudio.

3.13.6. CBR

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) es un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como subrasante, sub base y base en el diseño de pavimentos. Es un ensayo empírico que se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

Tabla 35

CBR

N° CALICATA	MUESTRA	CBR (%)
1	C-1	12.52
2	C-2	13.56
3	C-3	13.23

4	C-4	12.28
5	C-5	12.70
6	C-6	12.22
7	C-7	13.12
8	C-8	10.11
9	C-9	13.71
10	C-10	12.99

Nota. Valores obtenidos del ensayo de Mecánica de Suelos realizado para el presente estudio.

Según los valores de CBR obtenido de las 10 calicatas, para determinar el CBR de diseño de la subrasante, consideraremos el promedio de los mismos.

$$\text{CBR} = 12.64\%$$

3.13.7. Proctor modificado

Se emplea para determinar la relación densidad seca - humedad de compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra.

Tabla 36

Proctor modificado

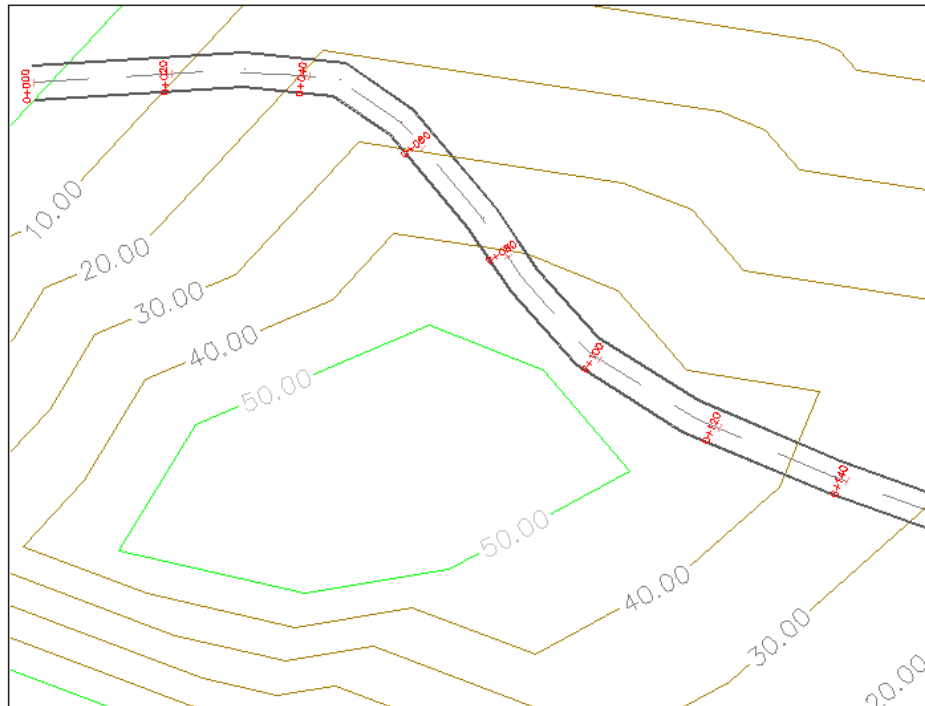
N° CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
		DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
1	C-1	2.17	7.4
2	C-2	2.18	7.1
3	C-3	2.17	7.7
4	C-4	2.16	7.2
5	C-5	2.15	8.0
6	C-6	2.18	7.2
7	C-7	2.16	7.6
8	C-8	2.15	7.7
9	C-9	2.19	7.4
10	C-10	2.16	7.8

Nota. Valores obtenidos del ensayo de Mecánica de Suelos realizado para el presente estudio.

3.14. Levantamiento Topográfico

Figura 7

Curvas de Nivel



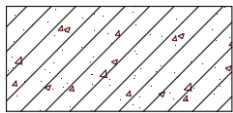
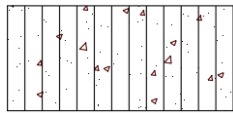
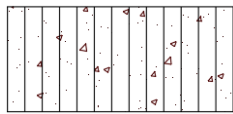
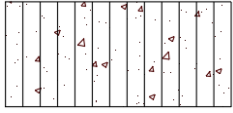
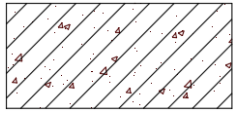
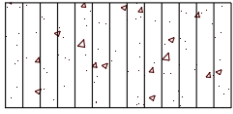
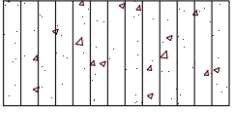
Nota. El levantamiento topográfico determinó que la topografía del tramo en estudio es plana.

3.15. Perfil Estratigráfico

Tabla 37

Perfil Estratigráfico

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		
			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SUCS	SIMBOLO
1	C-1	2.00	Arenas pobremente graduadas con pocos limos	SP-SM	
2	C-2	2.00	Arenas pobremente graduadas con pocos limos	SP-SM	
3	C-3	2.00	Arenas pobremente graduadas con pocos limos	SP-SM	

4	C-4	2.00	Arenas arcillosa de color marrón claro	S-C	
5	C-5	2.00	Arenas pobremente graduadas con pocos limos	SP-SM	
6	C-6	2.00	Arenas pobremente graduadas con pocos limos	SP-SM	
7	C-7	2.00	Arenas pobremente graduadas con pocos limos	SP-SM	
8	C-8	2.00	Arenas arcillosa de color marrón claro	S-C	
9	C-9	2.00	Arenas pobremente graduadas con pocos limos	SP-SM	
10	C-10	2.00	Arenas pobremente graduadas con pocos limos	SP-SM	

Nota. Conformación del sub suelo, muestras obtenidas de 10 calicatas o pozos exploratorios a cielo abierto.

Se adjunta en el Capítulo de Anexos, correspondiente al *Anexo N°03: PERFILES ESTRATIGRÁFICO*, el Registro Estratigráfico de las (10) diez calicatas realizadas.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de investigación

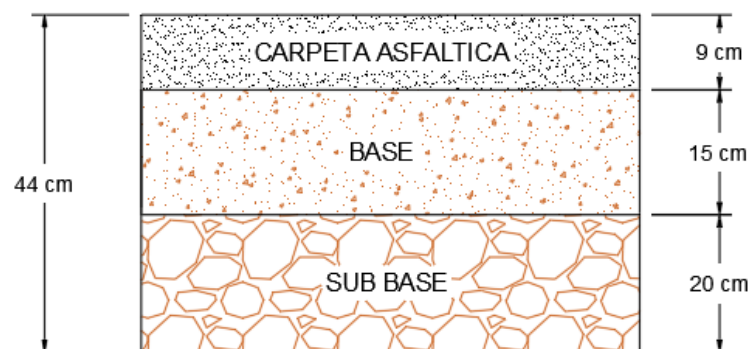
Al realizar una inspección visual de la vía, a lo largo del tramo en estudio, podemos observar que se encuentra en muy mal estado, esto debido al desgaste natural del pavimento, condiciones climáticas, entre otros, lo que han afectado directamente a la condición del asfalto, observándose erosiones causadas por el paso del tiempo, fallas como piel de cocodrilo, grietas longitudinales, transversales, huecos, lo que dificulta la transitabilidad a lo largo de la vía.

Motivo por el cuál, se decidió proponer dos alternativas solución, calcular el diseño estructural de pavimento flexible y pavimento rígido, posteriormente realizar un análisis técnico y económico de ambas propuestas para el tramo en estudio.

Realizado el cálculo, la estructura de diseño obtenida es la siguiente:

Figura 8

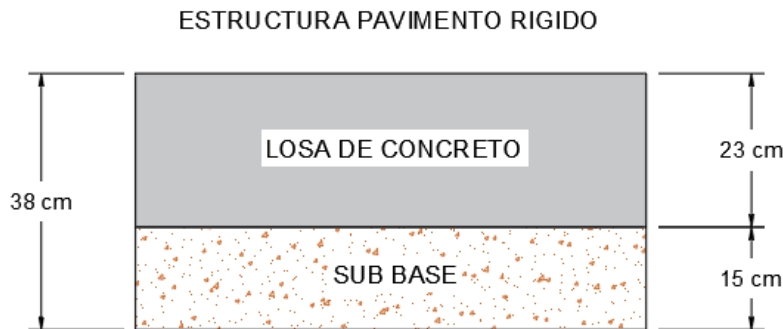
Sección de Pavimento Flexible



Nota. Propuesta de diseño estructural para Pavimento Flexible: carpeta asfáltica = 9cm, base = 15cm y sub base = 20cm.

Figura 9

Sección de Pavimento Rígido



Nota. Propuesta de diseño estructural para Pavimento Rígido: losa de concreto = 23cm y sub base = 15cm.

4.2. Análisis e interpretación de resultados

A. Diseño de pavimento flexible, según Guía AASHTO 93

Para el estudio de la presente tesis se ha optado por realizar los cálculos del diseño estructural de pavimento según los procedimientos de mayor uso actualmente en el país. Son los siguientes:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993
- Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el período de diseño.

Además, teniendo en cuenta los siguientes dos parámetros básicos:

- Cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento.
- Características de la sub rasante sobre la que se asienta el pavimento.

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

Figura 10

Ecuación de diseño de pavimento flexible

$$\log_{10} W_{t18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Nota. Ecuación de diseño de pavimento flexible, según la guía AASHTO para el diseño estructural del pavimento 1993, p. 25.

Para poder resolver esta ecuación tenemos los siguientes datos:

a.1) Periodo de diseño

20 años

a.2) Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2tn (W18)

De acuerdo a los datos obtenidos previamente en el tramo en estudio, tenemos que el EAL o W18 para el pavimento flexible es:

$W18 = 5,820,011.01$

a.3) Módulo de Resiliencia (M_R)

El Módulo de Resiliencia nos permite identificar la rigidez del suelo de sub rasante, el cual deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia o en función al CBR del suelo.

Para efectos de cálculos de la presente tesis, el CBR obtenido de los ensayos de laboratorio es de 12.64%, el cual se considera un suelo de sub rasante buena.

Tabla 38

Categoría de sub rasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Nota. Para CBR de diseño 12.64% corresponde una categoría de sub rasante S3 : Sub rasante Buena. En base a datos del Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N°10 – 2014 – MTC/14.

El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, establece la siguiente expresión para el cálculo del Módulo de Resiliencia:

$$M_R(psi) = 1500 \times CBR$$

Reemplazando datos se obtuvo:

$$M_R(psi) = 1500 \times 12.64$$

$$M_R(psi) = 18,960$$

a.4) Nivel de confiabilidad (%R)

El nivel de confiabilidad expresa la probabilidad de que la duración real de la estructura de pavimento sea al menos igual a la del periodo que fue diseñada.

Tabla 39

Nivel de confiabilidad en función a la clase de vía

TABLA F2 Ejemplos de EALs de Diseño ¹				
Clase de Vía	EALs ^a (millones)	Nivel de Confiab. ^b (%)	Factor de Confiabil.(Fr)	EALs de diseño ^a (millones)
Expresas	7,5	90	3,775	28,4
Arteriales	2,8	85	2,929	8,3
Colectoras	1,3	80	2,390	3,0
Locales	0,43	75	2,010	0,84

Notas:
a. Basados en una vida de diseño de 20 años, 4% de crecimiento, 50% de tráfico direccional
b. Basada en una desviación estándar de 0,45.

Nota. En base al Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, nos indica un valor para el nivel de confiabilidad en relación a la clase de vía.

$$R = 85\%$$

a.5) Coeficiente estadístico de Desviación Normal Estándar (Zr)

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar (Zr).

Tabla 40

Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico (W_{18})

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,00	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,00	-0.842
	T_{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T_{P15}	> 30'000,000		-1.645

Nota. Para un EAL = 5'820,011.01 corresponde un valor de Desviación Estándar Normal = -1.282. Considerando datos del Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N°10 – 2014 – MTC/14.

$$Z_r = -1.282$$

a.6) Desviación Estándar Combinada (S_o)

La Desviación Estándar Combinada (S_o), es un valor que toma en cuenta la variación esperada del tránsito y de otros factores como: construcción, medio ambiente, incertidumbre del diseño, que afectan el comportamiento del pavimento.

Según la metodología usada en el país y teniendo en cuenta a lo indicado en el Manual de Carreteras, Suelos, Geotecnia y Pavimentos 2014, se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45.

$$S_o = 0.45$$

a.7) Índice de Serviabilidad (ΔPSI)

El índice de Serviabilidad representa la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Se obtiene con la diferencia entre el índice de Serviabilidad inicial y final, como se indica a continuación:

$$\Delta PSI = \rho_o - \rho_t$$

- Índice de serviabilidad inicial (ρ_o)

Es la condición inmediata del pavimento después de su construcción o rehabilitación.

El Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, establece que para pavimentos flexibles el valor del índice de serviabilidad inicial a usar es:

$$\rho_o = 4.20$$

- Índice de serviabilidad final (ρ_t)

Es la condición del pavimento en la que no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario.

$$\rho_t = 2.50$$

Tabla 41

Índice de serviabilidad final (ρ_t)

ρ_t	Tipo de Vía
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

Nota. Consideración en base a datos del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2010.

Tenemos:

ρ_o : índice de serviabilidad inicial = 4.20

ρ_t : índice de serviabilidad final = 2.50

$$\Delta PSI = 1.70$$

a.8) Cálculo del número estructural (SN)

- De forma Analítica

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

Datos:

$$W_{18} = 5,820,011.01$$

$$Z_r = -1.282$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta PSI = 1.70$$

$$M_R = 18,960$$

$$R = 85\%$$

Resolviendo la ecuación:

$$6.76492 = -0.57690 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{-0.20091}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} +$$

$$1.85458$$

$$6.76492 = 6.75836$$

El Numero Estructural sería:

$$SN = 3.25$$

- Usando el programa de cálculo “Ecuación AASHTO 93”

Figura 11

Cálculo del SN, en programa "Ecuación AASHTO 93"

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '90 % Zr=-1.282' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2.5).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text box for 'Mr' (18960 psi).
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. The 'Calcular SN' option shows 'W18 = 5820011.01'.
- Número Estructural:** A text box showing 'SN = 3.26', which is highlighted with a blue border.

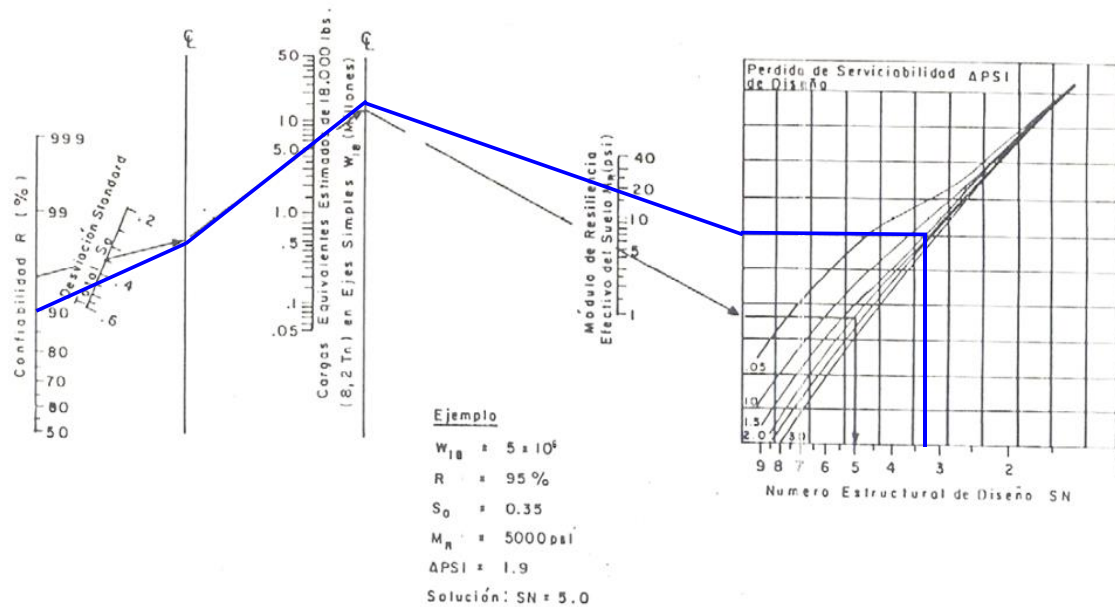
At the bottom, there are two buttons: 'Calcular' and 'Salir'.

Nota. Cálculo del Número Estructural “SN” para pavimento flexible utilizando el programa “Ecuación AASHTO 93”.

- Con uso del nomograma

Figura 12

Cálculo del SN en nomograma para pavimentos flexibles



Nota. Estimación del Número Estructural “SN” para pavimento flexible utilizando nomograma.

SN = 3.30

En nuestro caso, para el diseño estructural de pavimento flexible consideraremos al SN analítico, debido a que se obtuvo un valor más exacto, en comparación a los otros métodos.

SN = 3.25

a.9) Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

En base al Manual de Carreteras, Suelos, Geotecnia y Pavimentos 2014, los coeficientes estructurales de pavimento se calculan según la tabla, a continuación:

Tabla 42

Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_1 , a_2 , a_3

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,00 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / 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
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considera por no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80 %, compactada al 100 % de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE
Base Granular CBR 100 %, compactada al 100 % de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 10'000,000$ EE
Base Granular tratada con Asfalto, (Estabilidad Marshal = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUB BASE			
Subbase Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Nota. Valores recomendados para capa superficial, base y sub base en relación al tipo de tráfico o Ejes Equivalentes.

Basándonos en la Tabla 42, tenemos:

$a_1 = 0.170/\text{cm}$ (Para carpeta asfáltica en caliente)

$a_2 = 0.052/\text{cm}$ (Para agregados de CBR $\geq 80\%$)

$a_3 = 0.047/\text{cm}$ (Para agregados de $\text{CBR} \geq 40\%$)

a.10) Coeficiente de drenaje

Para el valor del coeficiente de drenaje se considera dos variables en base a:

a. La calidad del drenaje

b. Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

Tabla 43

Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Nota. La Tabla 43, presenta valores de calidad de drenaje con el tiempo en que tarda el agua en ser evacuada.

Tabla 44

Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_1 , para bases y subbases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Mediano	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Nota. La Tabla 44, presenta valores de coeficiente de drenaje m_1 , para porcentajes del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y calidad del drenaje.

Según las tablas anteriores, el Manual de Carreteras, Suelos, Geotecnia y Pavimentos, 2014 indica, que el coeficiente de drenaje para las capas de base y subbase, asumido en el país será de 1.00.

$$m_2 = m_3 = 1.00$$

a.11) Cálculo de los espesores del pavimento

Los datos procesados y obtenidos anteriormente, se aplicarán en la ecuación de diseño AASHTO, que relaciona el número estructural SN, con los espesores del pavimento a_1 , a_2 , a_3 , d_1 , d_2 , d_3 .

Figura 13

Ecuación de diseño AASHTO para cálculo de espesores

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

Donde:

a_1 , a_2 , a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1 , d_2 , d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2 , m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Nota. La ecuación de diseño relaciona el número estructural con los espesores del pavimento.

Desarrollando la ecuación, tenemos:

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

$$3.25 = 0.170 \cdot d_1 + 0.052 \cdot d_2 \cdot 1.00 + 0.047 \cdot d_3 \cdot 1.00$$

Propuesta N°1:

Asumiendo: $d_1 = 10\text{cm}$, $d_2 = 10\text{cm}$ y $d_3 = 25\text{cm}$

Reemplazando se obtuvo:

$$3.25 = 0.170 \cdot 10 + 0.052 \cdot 10 + 0.047 \cdot 25$$

$$3.25 = 3.39$$

Propuesta N°2:

Asumiendo: $d_1 = 9\text{cm}$, $d_2 = 15\text{cm}$ y $d_3 = 20\text{cm}$

Reemplazando se obtuvo:

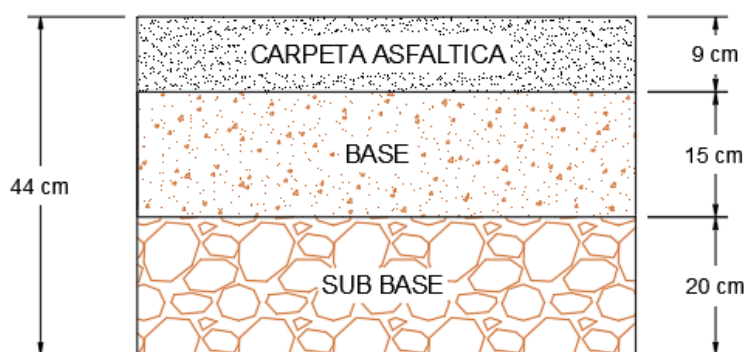
$$3.25 = 0.170 \cdot 9 + 0.052 \cdot 15 + 0.047 \cdot 20$$

$$3.25 = 3.25$$

De lo desarrollado anteriormente podemos concluir que la "Propuesta N°2", sería la opción a considerar en nuestro diseño.

Figura 14

Sección de pavimento flexible



Nota. Propuesta de diseño estructural para pavimento flexible.

B. Diseño de pavimento rígido, según metodología AASHTO 93

Los pavimentos de concreto reciben el nombre de "rígidos". Debido a su naturaleza rígida, la losa de concreto absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de los ejes de tránsito, proyectando así en menor intensidad estos esfuerzos a las capas inferiores del pavimento rígido.

El método AASHTO 93, ofrece la siguiente expresión analítica, en el cuál mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de la losa de concreto hasta que la ecuación llegue a un equilibrio.

Figura 15

Ecuación de diseño de pavimento rígido

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Nota. Ecuación de diseño de pavimento rígido, según la guía AASHTO para el diseño estructural del pavimento.

Donde:

$W_{8.2}$ = número de cargas previstas de ejes equivalentes de 8.2 toneladas.

Z_R = desviación estándar normal

S_o = error estándar de todas las variables

D = espesor de la losa del pavimento rígido, en milímetros

ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y final

P_t = serviciabilidad final.

M_r = resistencia media del concreto (Mpa)

C_d = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de cargas en las juntas

E_c = módulo de elasticidad del concreto (Mpa)

K = módulo de reacción (Mpa/m) de la superficie en la que se apoya el pavimento rígido

Para poder resolver esta ecuación tenemos los siguientes datos:

b.1) Periodo de diseño

20 años

b.2) Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2tn (W_{18})

De acuerdo a los datos obtenidos previamente en el tramo en estudio, tenemos que el EAL o W_{18} para el pavimento flexible es:

$W_{18} = 6,676,529.56$

b.3) Índice de Serviabilidad (ΔPSI)

El valor ΔPSI depende de la calidad de la construcción. Representa la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Se obtiene con la diferencia entre el índice de Serviabilidad inicial y final, como se indica a continuación:

$$\Delta PSI = \rho_o - \rho_t$$

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, nos brinda la Tabla N° 45 en la que establece valores de serviabilidad inicial (ρ_i) y valores de serviabilidad final (ρ_f) para pavimentos rígidos en función de los ejes equivalentes acumulados W_{18} .

Tabla 45

Índice de Serviabilidad Inicial (ρ_i) e Índice de Serviabilidad Final (ρ_f), en base a Ejes Equivalentes (W_{18})

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVIABILIDAD INICIAL (ρ_i)	ÍNDICE DE SERVIABILIDAD FINAL (ρ_f)	DIFERENCIAL DE SERVIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}		> 30'000,000	4.50	3.00	1.50

Nota. Valores de serviabilidad inicial y final en función a los ejes equivalentes para un EAL = 6,676,529.56.

- Índice de serviciabilidad inicial (ρ_i)

Es la condición inmediata del pavimento después de su construcción o rehabilitación.

$$\rho_o = 4.30$$

- Índice de serviciabilidad final (ρ_t)

Es la condición del pavimento en la que no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario.

$$\rho_t = 2.50$$

Tenemos:

ρ_o : índice de serviciabilidad inicial = 4.30

ρ_t : índice de serviciabilidad final = 2.50

$$\Delta PSI = 1.80$$

b.4) Nivel de confiabilidad (%R) y desviación estándar (Z_R)

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, nos brinda valores de confiabilidad en relación al número de repeticiones EE (W_{18}), serán los que se aplicarán para el diseño.

Tabla 46

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Z_r), según Ejes Equivalentes (W_{18})

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282

T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
T _{P15}	> 30'000,000		95%	-1.645

Nota. Para un EAL = 6,676,529.56 corresponde un valor de Desviación Estándar Normal = -1.282 y Nivel de Confiabilidad = 90%. Considerando datos del Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N°10 – 2014 – MTC/14.

$$R = 90\% ; Z_R = -1.282$$

b.5) Desviación estándar (S_o)

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, menciona que el rango sugerido por AASHTO está comprendido entre $0.30 < S_o < 0.40$, el manual recomienda considerar un valor de $S_o = 0.35$.

$$S_o = 0.35$$

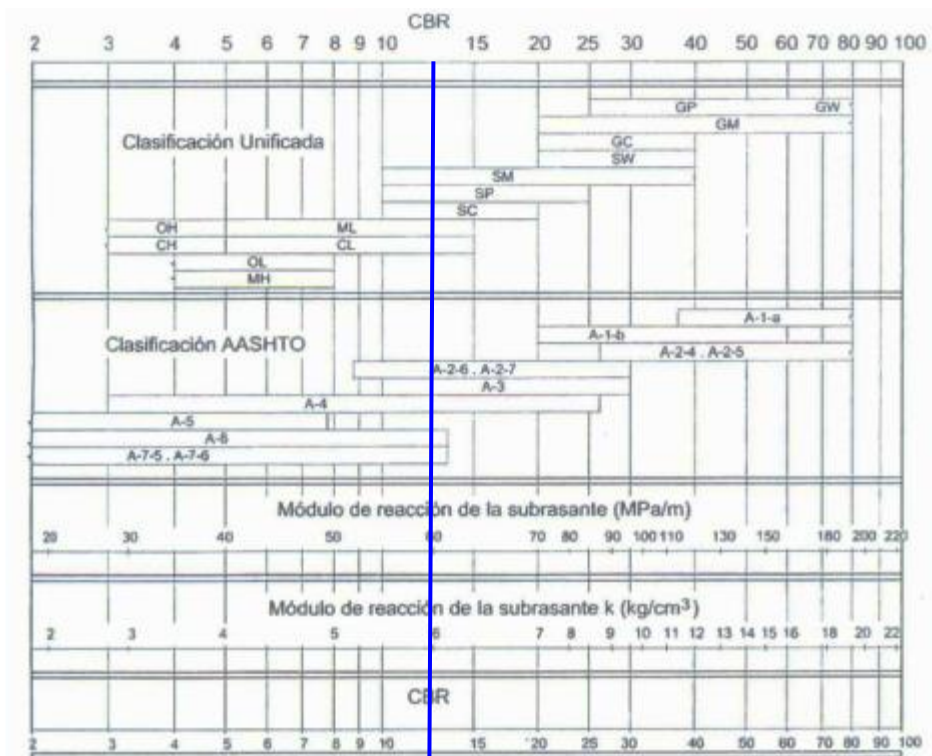
b.6) Efecto de las capas de apoyo (K_c)

El ensayo para determinar el módulo de reacción de la sub rasante, también conocido como ensayo de placa. Está normado en ASTM D-1196 y AASHTO T-222. Las unidades de K son Mpa/m.

El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, utiliza la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción K en función de la clasificación de suelos y el CBR; para tal efecto se presenta la siguiente figura:

Figura 16

Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Nota. Para el presente estudio se considerará un valor de CBR de 12.64%. Valor promedio obtenido de las calicatas realizadas.

Por lo tanto, el valor de K a utilizar es:

$$K \text{ (MPa/m)} = 60$$

b.7) Resistencia a flexotracción del concreto (M_r)

Los pavimentos de concreto trabajan a flexión, motivo por el cual es que se considera el Módulo de Rotura en la ecuación de diseño AASHTO 93.

Tabla 47

Valores recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MINIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (M_r)	RESISTENCIA MINIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (f'_c)
$\leq 5'000,000$ EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
$> 5'000,000$ EE $\leq 15'000,000$ EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
$> 15'000,000$ EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Nota. Para pavimentos rígidos los valores varían según la Tabla 47 en relación al rango de tráfico.

El módulo de rotura (M_r) se correlaciona con el módulo de compresión del concreto (f'_c), mediante la siguiente regresión:

$$M_r = a\sqrt{f'_c} \text{ (valores en kg/cm}^2\text{)}$$

$$M_r = 2.40689\sqrt{300}$$

$$M_r = 42$$

b.7) Módulo elástico del concreto (E_c)

La guía AASHTO 93, indica que el módulo elástico del concreto puede ser estimado usando la siguiente correlación recomendada por el ACI:

$$E_c = 57,000x(f'_c)^{0.5} ; (f'_c \text{ en PSI})$$

$$E_c = 3'723,365$$

b.8) Coeficiente de drenaje (C_d)

Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, el coeficiente de drenaje varía entre 0.70 y 1.25.

El manual considera un coeficiente asumido de 1.00.

$$C_d = 1.00$$

Tabla 48

Coefficiente de drenaje de las capas granulares (Cd)

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

Nota. El manual considera in coeficiente asumido de 1.00, en base a datos del Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N°10 – 2014 – MTC/14.

b.9) Coeficiente de transferencia de cargas (J)

La transferencia de cargas, expresa como la estructura del pavimento transmite cargas entre juntas y fisuras.

El valor de (J) es directamente proporcional al valor final del espesor de losa de concreto.

$$J = 2.80$$

Tabla 49

Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

TIPO DE BERMA	VALORES DE COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGA (J)			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRAÚLICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
		3.2	3.8 - 4.4	2.8

Nota. Valores en base a datos del Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N°10 – 2014 – MTC/14.

b.10) Cálculo del espesor de la losa de concreto, (D)

- De forma analítica

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_r) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx}(0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51xJ\left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Datos:

$$W_{18} = 6'676,529.56$$

$$Z_r = -1.282$$

$$S_o = 0.35$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

$$R = 90\%$$

$$\rho_t = 2.50$$

$$M_R = 42$$

$$C_d = 1.00$$

$$J = 2.80$$

$$E_c = 3'723,365$$

$$K = 60$$

Resolviendo la ecuación:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = 6.824551 = 6.82445$$

$$6.82455 = 6.82445$$

El espesor de la losa es:

$$D = 232.22 \text{ (mm)}$$

$$D = 9.14 \text{ (plgs)}$$

- Usando el programa de cálculo “Ecuación AASHTO 93”

Figura 17

Cálculo del SN, en programa "Ecuación AASHTO 93"

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)
 90 % $Z_r = -1.282$ So 0.35

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.30 PSI final 2.5

Módulo de reacción de la subrasante
 k 219 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) 3723365 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 2.8
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) 609 Coeficiente de drenaje - (Cd) 1

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 =** 6676529.56
 Calcular W18

Espesor de losa (plg)
D = 9.0

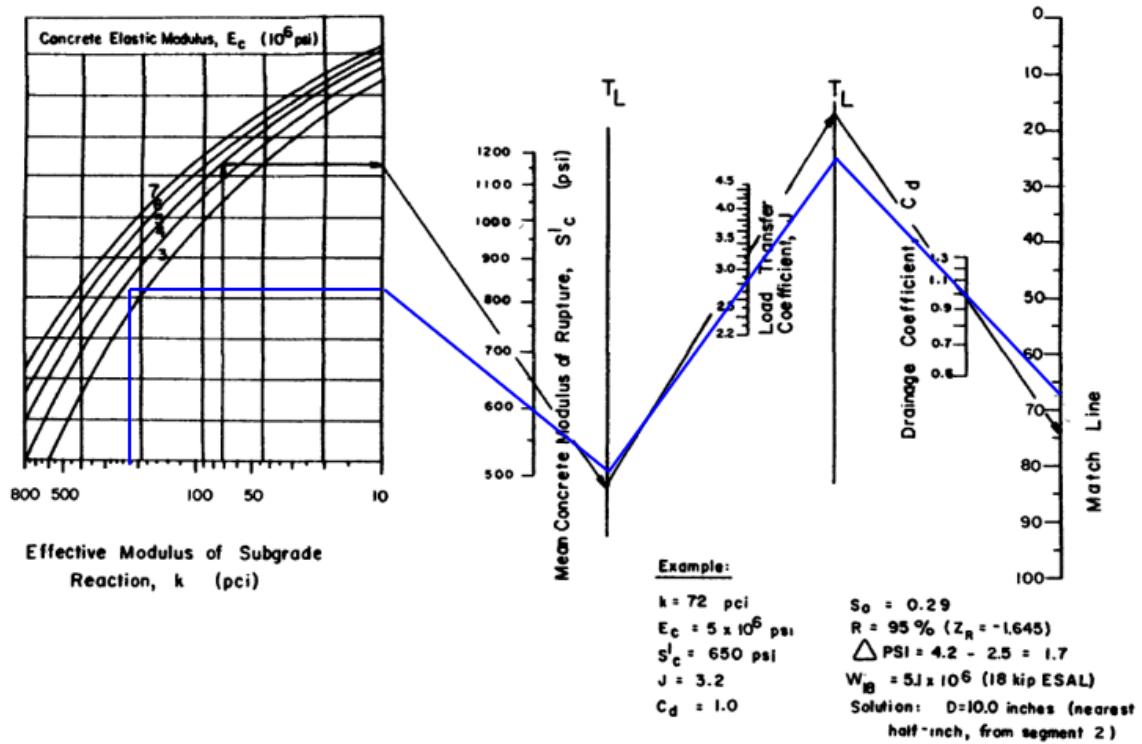
Calcular Salir

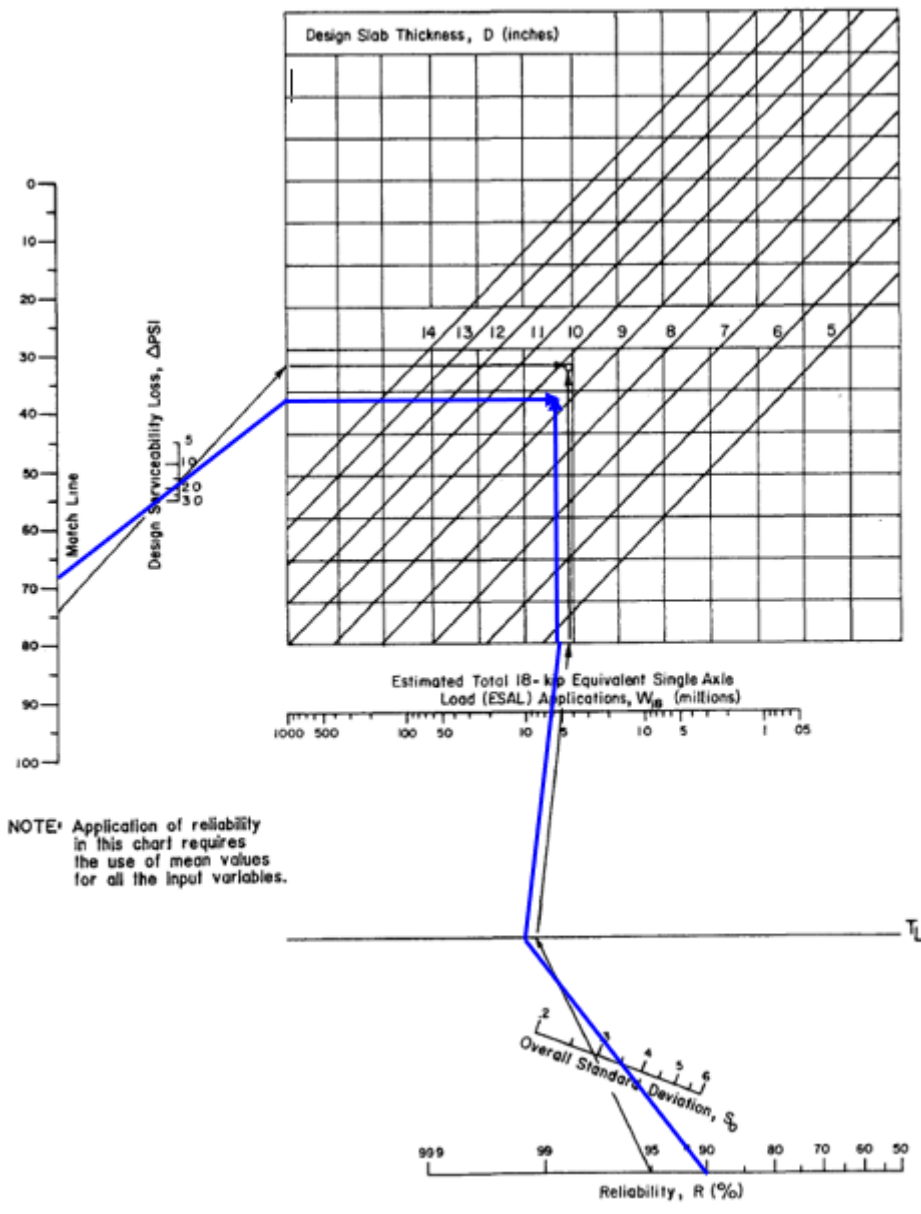
Nota. Cálculo del Número Estructural “SN” para pavimento rígido utilizando el programa “Ecuación AASHTO 93”.

- Con uso del nomograma

Figura 18

Cálculo del SN en nomograma para pavimentos rígidos





Nota. Estimación del Número Estructural "SN" para pavimento rígido utilizando nomograma.

$D = 9.3$ plgs

En nuestro caso, para el diseño estructural de pavimento rígido consideraremos el D analítico, debido a que se obtuvo un valor más exacto, en comparación a los otros métodos.

$D = 9.14$ plgs

b.11) Secciones del pavimento rígido

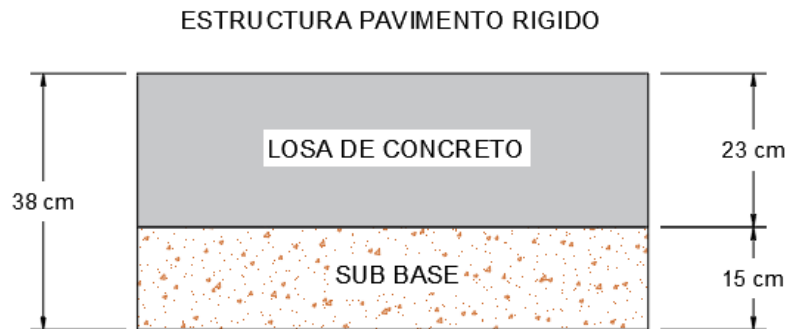
Considerando el D del cálculo analítico, tenemos:

$$D = 9.14 \text{ plgs} = 23.22 \text{ cm} \approx 23 \text{ cm}$$

Para la base de afirmado se consideró un espesor de 15 cm, cumpliendo las consideraciones mínimas establecidas por la guía AASHTO 93.

Figura 19

Sección de pavimento rígido

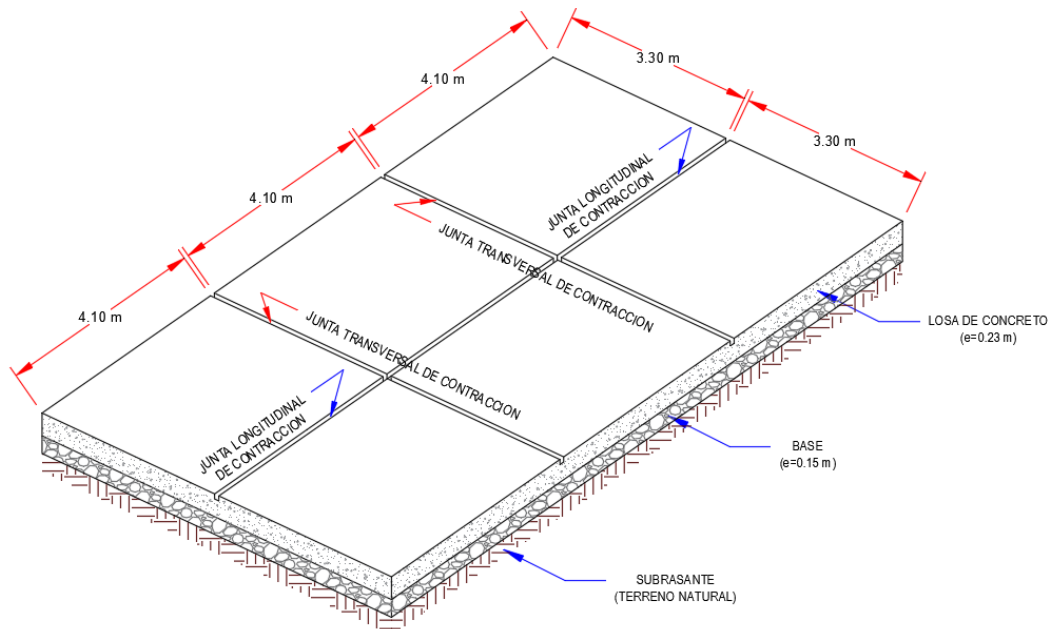


Nota. Propuesta de diseño estructural para pavimento flexible.

b.12) Cálculo de juntas

Figura 20

Detalle de losa



Nota. Detalle de tipo de juntas en pavimento rígido.

El objetivo de las juntas longitudinales y transversales es controlar la fisuración y el agrietamiento que sufre la losa del pavimento, debido al comportamiento propio del concreto de contraerse por pérdida de humedad y al estar expuesto a constantes variaciones de temperatura.

Tabla 50

Dimensiones de losa

ANCHO DE CARRIL(M) = ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Nota. Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014, indica que la longitud de la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.50 m.

a. Junta longitudinal de construcción

Divide al carril en 2 secciones de 3.30m. Espesor de la junta 6mm.

b. Junta transversal de contracción

Construida cada 4.10m transversalmente a la línea central del pavimento. Espesor de la junta 6mm.

c. Junta transversal de dilatación

Construida cada 41.00m. Espesor de la junta 15mm.

b.13) Mecanismos de transferencia de carga

Busca transferir las cargas en el pavimento entre las losas adyacentes para asegurar un buen desempeño de la losa de concreto, reducir escalonamiento, despostillamiento y fisuras en las esquinas.

a. Pasadores o dowells

Según el espesor de losa calculado en el ítem b.10) Cálculo del espesor de la losa de concreto (D), del punto 4.2. Análisis e interpretación de resultados, capítulo IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, se obtuvo como resultado 23cm (230mm) de espesor de losa, por lo tanto, teniendo en cuenta la **Tabla 51** del

presente documento, corresponde usar dowells de acero liso de 1 ¼"(32mm) de diámetro.

Para el desarrollo del presente estudio, se considerará el uso de dowells de 1" de diámetro, debido a que los de 1 ¼", no es una medida comercial en el Perú. Estos tendrán una longitud de 41cm, separados entre si a 30cm.

Tabla 51

Diámetros y longitudes recomendados en pasadores

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIAMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACION ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 1/4"	460	300
300 - 430	38	1 1/2"	510	380

Nota. Diámetros y longitudes recomendadas para dowells con un espesor de losa calculado de 23cm.

b. Barras de amarre

De acuerdo a la **Tabla 52**, para un espesor de losa de 23cm (230mm) se debe usar barras de amarre de acero corrugado de 1.59cm de diámetro por 76cm de longitud, distanciados entre sí a cada 91cm.

Tabla 52

Diámetros y Longitudes recomendados en barras de amarre

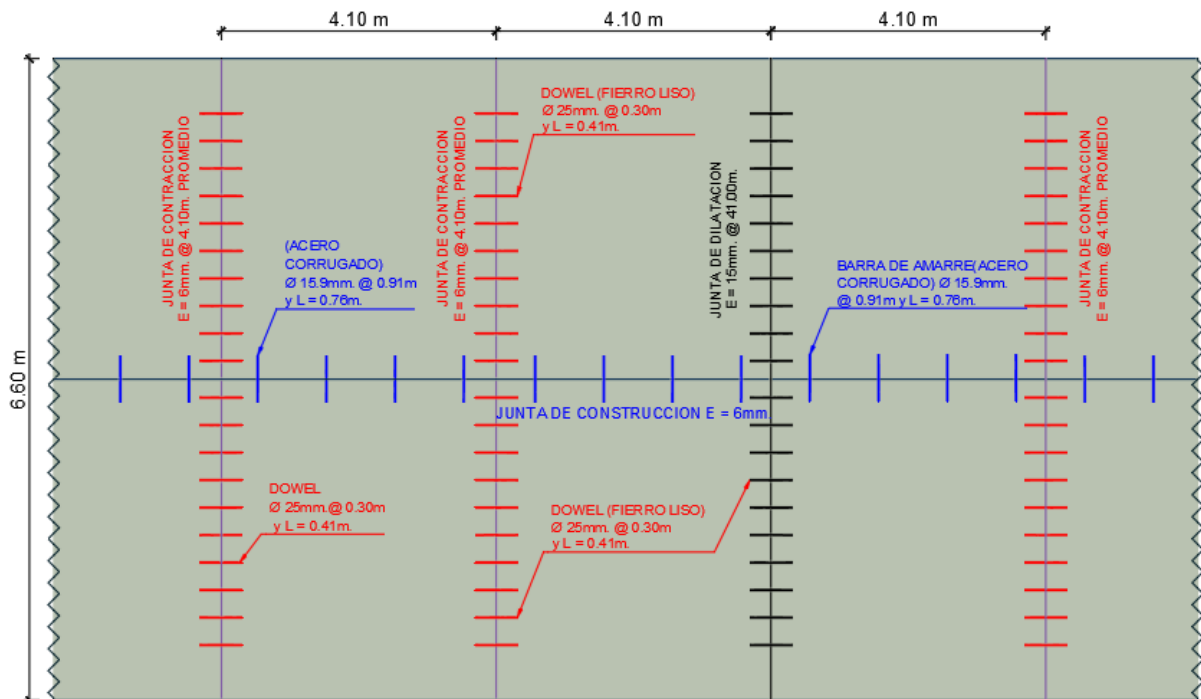
ESPESOR DE LOSA (MM)	TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. X LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE	
		3.00 M	3.60 M
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
210	1.27 x 78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	1.27 x 79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	1.59 x 76	@ 91 cm	@ 91 cm

240	1.59 x 79	@ 91 cm	@ 91 cm
250	1.59 x 81	@ 91 cm	@ 91 cm
260	1.59 x 82	@ 91 cm	@ 91 cm
270	1.59 x 84	@ 91 cm	@ 91 cm
280	1.59 x 86	@ 91 cm	@ 91 cm
290	1.59 x 89	@ 91 cm	@ 91 cm
300	1.59 x 91	@ 91 cm	@ 91 cm

Nota. Diámetros y longitudes recomendadas para barras de amarre con espesor de losa calculado de 23cm.

Figura 21

Detalle de dowells y barras de amarre



Nota. Medidas, diámetros y espaciamientos de dowells y barras de amarre, obtenidos del cálculo previamente realizado.

C. Presupuesto pavimento flexible

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto	0201001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU		
Subpresupuesto	001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU		
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO			Costo al 19/03/2023
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTACION				5,482,618.77
01.01	OBRAS PRELIMINARES				164,898.76
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	66,224.40	1.07	70,860.11
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	66,224.40	1.42	94,038.65
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,013,134.01
01.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE C/ EQUIPO	m3	29,138.74	7.10	206,885.05
01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	36,423.42	12.79	465,855.54
01.02.03	NIVELACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	66,224.40	5.14	340,393.42
01.03	CAPAS: SUB BASE Y BASE				1,741,701.72
01.03.01	SUB BASE GRANULA e=0.20 m	m2	66,224.40	12.52	829,129.49
01.03.02	BASE GRANULAR E = 0.15 m	m2	66,224.40	13.78	912,572.23
01.04	PAVIMENTO FLEXIBLE				2,562,884.28
01.04.01	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION	m2	66,224.40	1.92	127,150.85
01.04.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	66,224.40	4.92	325,824.05
01.04.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e = 0.09m	m2	66,224.40	31.86	2,109,909.38
	Costo Directo				5,482,618.77

SON : CINCO MILLONES CUATROCIENTOS OCHENTIDOS MIL SEISCIENTOS DIECIOCHO Y 77/100 NUEVOS SOLES

D. Presupuesto pavimento rígido

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto	0201002	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU			
Subpresupuesto	001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU			
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO			Costo al	19/03/2023
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO				

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTACION				8,111,032.18
01.01	OBRAS PRELIMINARES				164,898.76
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	66,224.40	1.07	70,860.11
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	66,224.40	1.42	94,038.65
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,013,134.01
01.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE C/ EQUIPO	m3	29,138.74	7.10	206,885.05
01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	36,423.42	12.79	465,855.54
01.02.03	NIVELACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	66,224.40	5.14	340,393.42
01.03	CAPA: BASE DE AFIRMADO				912,572.23
01.03.01	BASE GRANULAR E = 0.15 m	m2	66,224.40	13.78	912,572.23
01.04	PAVIMENTO RIGIDO				4,369,068.79
01.04.01	LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO h = 0.23m, f _c = 300kg/cm ²	m2	66,224.40	57.70	3,821,147.88
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO	m2	7,277.10	55.00	400,240.50
01.04.03	CURADO DE CONCRETO	m2	66,224.40	2.23	147,680.41
01.05	JUNTAS				1,651,358.39
01.05.01	JUNTAS DE CONSTRUCCION	m	5,372.40	12.01	64,522.52
01.05.02	JUNTAS DE CONTRACCION	m	26,177.60	3.24	84,815.42
01.05.03	JUNTAS CON DOWELS	kg	87,703.18	16.49	1,446,225.44
01.05.04	BARRA DE AMARRE - ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	13,005.83	4.29	55,795.01
	Costo Directo				8,111,032.18

SON : OCHO MILLONES CIENTO ONCE MIL TRENTIDOS Y 18/100 NUEVOS SOLES

4.3. Docimasia de hipótesis

La hipótesis formulada mencionaba que la condición actual del pavimento entre los tramos Carretera Industrial y la Av. Túpac Amaru de la Av. Federico Villarreal se encuentra en un estado deteriorado y el nuevo diseño estructural de pavimento rígido y flexible, cumplirán los parámetros de la Norma AASHTO 93.

Los datos obtenidos en la presente investigación que corresponden a un espesor de 9cm de carpeta asfáltica, 15cm de base y 20cm de sub base para pavimento flexible; y 23cm de losa de concreto y 15cm de sub base para pavimento rígido, cumplen los parámetros de la Norma AASHTO 93 contrastada con los manuales proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, para el diseño estructural de pavimentos, obteniendo así datos de diseño actualizados a la problemática que afecta constantemente al tramo en estudio.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- El levantamiento topográfico determinó que la topografía del tramo en estudio es plana.
- Se realizó el estudio de mecánica de suelos, realizándose 10 calicatas a lo largo del tramo en estudio, a una profundidad de 2.00m en las que no se encontró nivel de agua freática en los pozos de exploración. Se encontró arenas pobremente graduadas con pocos limos y arenas arcillosas como material predominante, las que resumiremos a continuación:

Tabla 53

Resumen de ensayos de mecánica de suelos

Nº CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO	CBR (%)	DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
1	C-1	12.99	21.28	15.44	12.52	2.17	7.4
2	C-2	12.61	20.03	16.00	13.56	2.18	7.1
3	C-3	13.37	21.57	15.46	13.23	2.17	7.7
4	C-4	12.65	24.33	16.51	12.28	2.16	7.2
5	C-5	12.51	19.71	15.29	12.70	2.15	8.0
6	C-6	13.67	20.95	15.98	12.22	2.18	7.2
7	C-7	12.69	20.23	15.01	13.12	2.16	7.6
8	C-8	13.43	24.42	16.18	10.11	2.15	7.7
9	C-9	12.72	20.48	15.97	13.71	2.19	7.4
10	C-10	13.17	19.66	14.94	12.99	2.16	7.8

Nota. Valores obtenidos de muestras analizadas en laboratorio.

- Se realizó conteo de vehículos en 7 puntos de control a lo largo del tramo en estudio por el transcurso de 7 días consecutivos, posterior se realizó el procesamiento de datos obteniéndose un EAL de:

Tabla 54

EAL o W18 para pavimento flexible

TRAMO AV. FEDERICO VILLARREAL	Nrep EE de 8.2 Tn	EAL o W18
Ambos Sentidos	5,820,011.01	

Nota. EAL de 8.2Tn valor necesario en el diseño estructural de pavimento flexible.

Tabla 55*EAL o W18 para pavimento rígido*

TRAMO AV. FEDERICO VILLARREAL	Nrep EE de 8.2 Tn	
Ambos Sentidos	6,676,529.56	EAL o W18

Nota. EAL de 8.2Tn valor necesario en el diseño estructural de pavimento rígido.

- El diseño estructural del pavimento se realizó en base a la metodología AASHTO 93 según los parámetros brindados por el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014 y la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, con la cual se obtuvo los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 56*Parámetros de diseño para pavimento flexible y rígido*

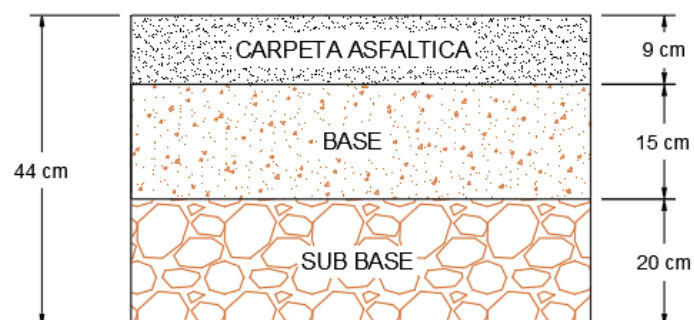
PARAMETROS DE DISEÑO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
EAL	5,820,011.01	6,676,529.56
Periodo de diseño	20 años	20 años
CBR	12.64%	12.64%
Nivel de confiabilidad	85%	90%
Desviación estándar	0.45	0.35
Serviciabilidad inicial	4.20	4.30
Serviciabilidad final	2.50	2.50
Número Estructural	3.25	-
Módulo de reacción de la subrasante	-	245.7 psi
Módulo de rotura del concreto	-	609 psi
Módulo elástico del concreto	-	3'723,365 psi
Coefficiente de drenaje	1	1
Transferencia de carga	-	2.8

Nota. Metodología para pavimento flexible en base al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014 y metodología para pavimento rígido en base a la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

- De los parámetros de diseño anteriormente obtenidos, se realizó el cálculo de espesores estructural del pavimento, obtuvimos los siguientes espesores:

Figura 22

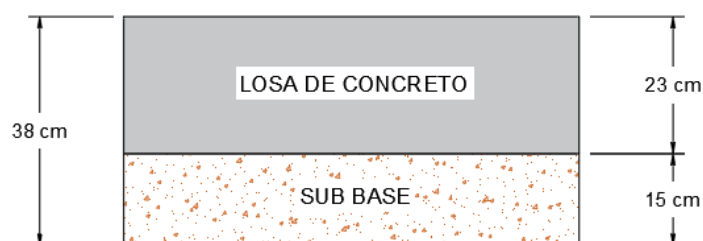
Espesores del pavimento flexible



Nota. Propuesta de diseño estructural para Pavimento Flexible: carpeta asfáltica = 9cm, base = 15cm y sub base = 20cm.

Figura 23

Espesores del pavimento rígido



Nota. Propuesta de diseño estructural para Pavimento Rígido: losa de concreto = 23cm y sub base = 15cm.

- El presupuesto obtenido para el pavimento flexible es S/. 5,482,618.77 (Cinco Millones Cuatrocientos Ochenta y Dos Mil Seiscientos Dieciocho con 77/100 Soles) y para el pavimento rígido es S/. 8,111,032.18 (Ocho Millones Ciento Once Mil Treinta y Dos con 18/100 Soles) de lo que concluimos que el pavimento flexible es un 14.79% más económico que del pavimento rígido.

CONCLUSIONES

- Las condiciones actuales presentes en la Av. Federico Villarreal muestra numerosas fallas como, piel de cocodrilo, huecos, parches, agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y transversales; lo cual evidencia una enorme necesidad de una adecuada propuesta de pavimento flexible o rígido que cumpla las condiciones actuales de tráfico.
- De acuerdo al estudio de tráfico realizado se obtuvo un IMD de 8,934 veh/día, siendo un dato muy importante para el cálculo y toma de valores del diseño estructural tanto para el pavimento flexible y pavimento rígido, de acuerdo al manual de carreteras y metodología AASHTO 93.
- Se obtuvo una topografía plana según el levantamiento topográfico realizado en la zona de estudio, lo cual no demandará un gran movimiento de tierra.
- Se obtuvo un EAL de 5,820,011.01 para el pavimento flexible y un EAL de 6,676,529.56 para el pavimento rígido, por lo que, al culminar el periodo de diseño se debe realizar un nuevo estudio de tráfico para determinar el nuevo EAL para cada tipo de pavimento, así garantizar que la estructura trabajará en óptimas condiciones.
- Realizado el estudio de mecánica de suelos se obtuvo un suelo arcilloso de mediana plasticidad con un CBR de diseño de 12.64%, por lo que se concluye que el suelo posee una buena resistencia al esfuerzo cortante, lo cual influye directamente en el espesor de la sub base.
- Los cálculos realizados en el presente proyecto tanto para el diseño estructural del pavimento flexible como para el pavimento rígido, obedecen a parámetros del comportamiento de la zona en estudio, tomando en cuenta el estudio de tráfico, la mecánica de los materiales, condiciones climáticas, condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.
- Para fines de viabilidad del proyecto, se realizó cálculos económicos de ambas propuestas, concluyéndose que el costo de ejecución del pavimento flexible es de 14.79% veces más económico que al costo del pavimento rígido.
- Se diseñó cada tipo de pavimento siguiendo las recomendaciones de la metodología AASHTO 93, en el cual, para el pavimento flexible se obtuvo una estructura de 20 cm de espesor de sub base, 15 cm para base y 9 cm

para la carpeta asfáltica; para el pavimento rígido se obtuvo una estructura de 15 cm de espesor para la sub base y 23 cm para la losa de concreto.

- Según el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014, para un espesor de 23cm de espesor de losa de concreto, corresponde usar dowells de acero liso de 1 ¼" (32mm) de diámetro. Siendo este espesor una medida no comercial en nuestro país; para fines de cálculos se consideró el uso de dowells de 1" de diámetro.

RECOMENDACIONES

- Para el diseño de pavimentos de concreto en nuestra ciudad, se recomienda implementar un adecuado sistema de drenaje que permita evacuar el agua en condiciones extremas como es el caso del Fenómeno del Niño.
- Se recomienda el uso de tecnologías para un conteo más exacto en el estudio de tráfico, debido a que los pavimentos son diseñados para un EAL determinado y un incremento de flujo vehicular puede afectar al espesor de la carpeta de rodadura.
- Al realizar los estudios de mecánica de suelos, se obtuvo arenas arcillosas de regular humedad, para lo cual de ser necesario se recomienda realizar el ensayo por Consolidación unidireccional, según NTP 339.154 (ASTM-D2435), empleando un odómetro en laboratorio.
- El material de la base, deberá ser compactado hasta alcanzar los niveles requeridos, de acuerdo al valor del Proctor Modificado encontrado en laboratorio.
- Se recomienda que a los 20 años se debe realizar una evaluación del pavimento como medir la rugosidad, daños (agrietamientos, parchados, ahuellamiento) y deflectometría para saber el estado real de pavimento y tomar las medidas correctivas.
- Debido a que se redujo el diámetro del dowell por uno más comercial, se recomienda el uso de fibras metálicas o sintéticas para refuerzo del concreto con la finalidad de generar un compuesto más homogéneo y controlar la fisuración y agrietamiento.
- Los resultados económicos presentados en la presente tesis solamente consideran la estimación de costos de la etapa constructiva, por lo cual se recomienda incluir la etapa de operación y mantenimiento para obtener costos más exhaustivos.
- Se ha de tener en cuenta otros parámetros de diseño tales como factor climático, proceso constructivo, calidad de materiales, especificaciones técnicas, ya que por lo general estos datos presentan diversos errores, perjudicando así directamente a la durabilidad y serviciabilidad del pavimento.
- Durante la ejecución del pavimento se recomienda respetar los parámetros considerados en su diseño estructural, debido a que muchas veces se

alteran estos datos en campo, perjudicando así el resultado final de una buena obra afectando al usuario del pavimento.

- Una vez concluida esta obra de pavimentación, después de 02 meses como mínimo se recomienda sellar estos trabajos con la finalidad de impermeabilizar o vitalizar su superficie. Realizado este primer sellado, se deberá repetir estos trabajos en forma anual a fin de conservarlo siempre en buen estado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO, A. A. (1993). *Guide for desing of pavement structures*. Estados Unidos.
- Benites Alayo, M. A. (2014). *Evaluación de las condiciones actuales y diseño estructural del pavimento utilizando conceptos urbanísticos modernos para el proyecto de rehabilitación y mejoramiento de las vías en la Urbanización Santa Edelmira – Trujillo*. (Tesis de pregrado), Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Ccasani Bravo, M. J., & Ferro Moina, Y. I. (2017). *Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos*. (Tesis de pregrado), Universidad Tecnológica De Los Andes, Abancay, Perú.
- Escobar Bellido, L., & Huincho Ochoa, J. (2017). *Diseño De Pavimento Flexible, Bajo Influencia De Parámetros De Diseño Debido Al Deterioro Del Pavimento En Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional De Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- Harumi Rengifo Arakaki, K. K. (2014). *Diseño De Los Pavimentos De La Nueva Carretera Panamericana Norte En El Tramo De Huacho A Pativilca (Km 188 A 189)*. (Tesis de pregrado), Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima.
- Menéndez Acurio, J. R. (2016). *Ingeniería de Pavimentos Materiales, Diseño y Conservación* (5ta ed., Vol. 1). Lima: Fondo Editorial ICG.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manual es.html
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Lima, Lima. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/docum entos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf























- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). *Norma CE.010 Pavimentos Urbanos Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. Lima: Industrial Gráfica Apolo S.A.C. Obtenido de <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182>
- Vega Pérrigo, D. A. (2018). *Diseño De Los Pavimentos De La Carretera De Acceso Al Nuevo Puerto De Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000)*. (Tesis De Pregrado), Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, Perú.























ANEXOS























ANEXO N°01: PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA















































ANEXO N°02: CONTEO VEHICULAR























DÍA	Moto	Mototaxi	Auto	Camionetas			Omnibus			Camion			Semitraylers						Traylers			
				Panel	Pick Up	Rural	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3
Punto 4: Lunes 06/12/2021																						
00:00 - 01:00	9	0	62	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	8	0	49	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	11	0	57	0	29	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	18	0	91	0	34	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	32	2	173	4	52	0	0	0	13	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	51	9	232	9	65	2	0	0	17	7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	62	13	292	11	57	9	3	0	21	10	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
07:00 - 08:00	75	21	375	14	69	12	5	0	28	13	1	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0
08:00 - 09:00	86	27	401	19	74	12	7	0	31	19	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
09:00 - 10:00	79	19	362	21	69	15	8	0	33	17	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10:00 - 11:00	70	20	335	19	63	10	6	0	28	11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:00 - 12:00	60	16	301	15	52	4	1	0	25	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	55	13	289	14	45	7	1	0	20	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13:00 - 14:00	53	13	301	12	58	11	3	0	19	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	57	14	262	13	49	10	3	0	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	61	23	321	17	53	16	5	0	32	10	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
16:00 - 17:00	74	21	348	25	47	28	7	0	26	15	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
17:00 - 18:00	87	28	405	16	63	20	5	0	45	21	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
18:00 - 19:00	70	20	387	17	68	13	4	0	37	17	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
19:00 - 20:00	61	13	311	7	40	8	2	0	23	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 21:00	57	7	285	2	29	2	0	0	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	45	2	224	0	13	0	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	30	0	115	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	19	0	77	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1230	281	6055	235	1098	179	60	0	0	470	181	10	3	1	1	0	0	23	0	0	0	0























DÍA	Moto	Mototaxi	Auto	Camionetas			Omnibus			Camion			Semitraylers						Traylers			
				Panel	Pick Up	Rural	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3
Punto 1: Martes 07/12/2021																						
00:00 - 01:00	9	0	61	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	7	0	49	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	9	0	55	0	31	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	15	0	72	0	33	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	20	2	141	7	51	0	0	0	0	13	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	30	5	210	9	61	2	0	0	0	17	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	38	7	270	10	58	10	3	0	0	21	12	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
07:00 - 08:00	65	11	305	14	69	12	5	0	0	26	10	1	0	2	1	0	0	4	0	0	0	0
08:00 - 09:00	68	22	330	19	75	15	7	0	0	30	6	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
09:00 - 10:00	70	17	310	17	68	11	8	0	0	33	9	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
10:00 - 11:00	67	20	324	21	64	5	6	2	0	28	11	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
11:00 - 12:00	56	16	280	14	52	3	1	0	0	25	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	45	13	251	15	46	2	1	0	0	20	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
13:00 - 14:00	59	10	173	11	41	1	0	1	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	52	12	230	12	48	3	3	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	61	21	267	19	53	5	5	0	0	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	69	26	289	17	62	7	4	2	0	28	7	1	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0
17:00 - 18:00	74	22	301	23	71	10	5	0	0	32	6	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
18:00 - 19:00	60	17	290	17	68	8	4	0	0	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	51	10	227	9	37	5	2	0	0	18	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
20:00 - 21:00	45	3	181	3	29	2	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	35	0	162	1	13	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	28	0	85	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	15	0	72	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1048	234	4935	238	1105	101	54	5	0	421	90	10	2	6	1	0	0	21	0	0	0	0

DÍA	Moto	Mototaxi	Auto	Camionetas			Omnibus			Camion			Semitraylers						Traylers			
				Panel	Pick Up	Rural	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3
Punto 3: Miércoles 08/12/2021																						
00:00 - 01:00	2	0	52	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	5	0	49	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	10	0	57	0	27	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	16	9	89	0	37	0	0	0	0	32	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	30	16	173	7	45	0	0	0	0	42	11	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
05:00 - 06:00	55	13	254	11	49	3	0	0	0	23	9	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0
06:00 - 07:00	63	16	304	17	54	10	3	0	0	25	8	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
07:00 - 08:00	75	25	331	20	60	14	5	0	0	33	6	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
08:00 - 09:00	79	17	354	27	69	23	4	0	0	40	10	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
09:00 - 10:00	67	18	321	21	65	21	6	0	0	36	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	60	21	318	19	60	15	3	0	0	31	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:00 - 12:00	54	16	299	15	52	10	2	0	0	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	49	13	267	14	46	8	1	0	0	22	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13:00 - 14:00	34	10	210	11	41	6	0	0	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	46	14	258	12	48	10	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	55	17	312	14	57	17	5	0	0	31	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	66	23	319	21	66	22	7	0	0	37	8	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
17:00 - 18:00	70	18	325	18	68	26	2	0	0	40	10	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
18:00 - 19:00	61	16	307	12	57	15	4	0	0	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	57	12	297	6	38	7	2	0	0	21	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
20:00 - 21:00	45	6	274	3	30	2	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	31	0	198	0	14	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	17	0	92	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	8	0	61	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1055	280	5521	248	1045	209	44	0	0	538	101	7	2	4	0	0	0	18	0	0	0	0

DÍA	Moto	Mototaxi	Auto	Camionetas			Omnibus			Camion			Semitrayers						Traylers			
				Panel	Pick Up	Rural	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3
Punto 7: Jueves 09/12/2021																						
00:00 - 01:00	17	0	103	0	47	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	15	2	83	0	40	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	13	0	77	0	37	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	21	0	81	0	51	0	0	0	0	13	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
04:00 - 05:00	29	1	110	7	53	7	1	0	0	14	8	1	1	1	0	1	0	5	0	0	0	0
05:00 - 06:00	37	2	150	9	81	9	0	0	0	18	11	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0
06:00 - 07:00	43	2	221	15	78	29	6	1	0	29	12	1	1	1	0	1	0	7	0	0	0	0
07:00 - 08:00	62	9	270	25	87	36	5	0	0	37	13	1	0	3	0	1	0	10	0	0	0	0
08:00 - 09:00	72	10	285	31	96	41	7	0	0	41	19	2	0	4	1	0	0	14	1	0	0	0
09:00 - 10:00	65	8	272	28	93	37	6	0	0	39	15	1	0	4	0	1	0	12	0	0	0	0
10:00 - 11:00	61	7	280	29	91	31	8	0	0	38	13	0	0	3	0	0	0	9	0	0	0	0
11:00 - 12:00	54	9	260	21	86	32	6	0	0	37	15	0	0	2	1	0	0	11	0	0	0	0
12:00 - 13:00	52	7	268	19	79	35	4	0	0	34	12	1	0	1	0	1	0	10	0	0	0	0
13:00 - 14:00	48	6	245	17	81	28	4	0	0	29	13	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
14:00 - 15:00	57	9	257	21	88	31	5	0	0	31	12	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0
15:00 - 16:00	63	10	269	27	88	34	7	0	0	36	14	0	0	4	0	1	0	11	0	0	0	0
16:00 - 17:00	70	8	280	30	95	41	6	0	0	39	17	0	0	5	0	1	0	13	0	0	0	0
17:00 - 18:00	68	11	283	27	98	43	6	0	0	41	21	1	0	5	0	1	0	14	0	0	0	0
18:00 - 19:00	62	8	270	25	91	35	7	0	0	37	13	0	0	3	0	0	0	10	0	0	0	0
19:00 - 20:00	53	7	263	21	85	19	4	1	0	31	11	1	0	2	0	0	0	7	0	0	0	0
20:00 - 21:00	47	3	241	18	79	25	5	2	0	29	7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
21:00 - 22:00	41	1	213	1	69	0	0	0	0	21	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
22:00 - 23:00	28	0	186	0	63	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	19	0	150	0	58	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1097	120	5117	371	1814	513	87	4	0	631	238	11	2	42	3	8	0	156	1	0	0	0

DÍA	Moto	Mototaxi	Auto	Camionetas			Omnibus			Camion			Semitrayers						Traylers			
				Panel	Pick Up	Rural	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3
Punto 6: Viernes 10/12/2021																						
00:00 - 01:00	6	0	61	0	33	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	5	0	49	0	35	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	9	0	52	0	37	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	15	0	69	0	51	0	0	0	0	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	23	1	98	7	62	7	1	0	0	14	8	2	1	1	0	1	0	3	0	0	0	0
05:00 - 06:00	31	2	138	9	79	9	1	0	0	17	11	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
06:00 - 07:00	37	2	219	10	85	24	6	0	0	21	12	1	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0
07:00 - 08:00	48	9	249	12	93	34	9	0	0	26	13	1	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0
08:00 - 09:00	51	10	270	14	101	41	15	0	0	30	19	2	0	3	1	0	0	7	0	0	0	0
09:00 - 10:00	49	8	261	17	97	38	10	0	0	33	15	1	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0
10:00 - 11:00	46	10	255	13	93	33	14	0	0	29	25	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
11:00 - 12:00	44	11	250	13	91	31	12	0	0	27	20	0	1	0	1	0	0	4	0	0	0	1
12:00 - 13:00	39	7	238	8	85	23	10	0	0	33	13	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	33	3	235	5	77	18	8	0	0	29	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	35	5	221	6	70	15	6	0	0	23	12	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
15:00 - 16:00	40	10	248	10	65	17	7	0	0	28	14	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
16:00 - 17:00	37	12	243	11	62	12	9	0	0	27	13	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
17:00 - 18:00	48	9	250	12	71	19	11	0	0	33	21	1	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0
18:00 - 19:00	43	8	245	10	68	14	9	0	0	25	13	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0
19:00 - 20:00	31	5	221	8	53	12	5	0	0	19	11	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
20:00 - 21:00	29	2	178	3	61	10	3	0	0	17	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	21	0	152	1	55	0	0	0	0	17	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	11	0	90	0	49	0	0	0	0	11	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	7	0	73	0	42	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	738	114	4365	169	1615	357	136	0	0	488	264	17	3	11	2	5	1	49	0	0	0	2

DÍA	Moto	Mototaxi	Auto	Camionetas			Omnibus			Camion			Semitraylers						Traylers			
				Panel	Pick Up	Rural	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3
Punto 2: Sábado 11/12/2021																						
00:00 - 01:00	6	0	57	0	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	1	0	45	0	15	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	4	0	48	0	20	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	12	3	79	2	32	6	0	0	0	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	25	10	142	10	38	10	1	0	0	25	7	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0
05:00 - 06:00	30	19	214	16	43	21	0	0	0	31	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	35	17	221	20	45	23	3	0	0	31	10	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
07:00 - 08:00	48	25	244	27	50	32	6	0	0	36	12	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
08:00 - 09:00	51	30	270	35	53	41	2	0	0	41	14	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
09:00 - 10:00	59	37	263	28	48	38	4	0	0	38	10	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
10:00 - 11:00	61	33	255	30	36	35	2	0	0	33	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	48	21	247	21	30	30	2	0	0	28	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12:00 - 13:00	40	21	278	17	32	28	0	0	0	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	35	23	256	11	37	23	0	0	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	38	11	231	15	31	16	1	0	0	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	40	18	250	24	39	20	3	0	0	30	9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
16:00 - 17:00	37	29	265	28	47	17	0	0	0	28	12	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
17:00 - 18:00	48	21	277	23	55	19	2	0	0	35	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
18:00 - 19:00	43	16	254	18	50	15	1	0	0	24	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	31	8	227	7	43	10	0	0	0	19	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00 - 21:00	29	2	180	2	38	7	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	21	0	158	0	31	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	11	1	85	1	27	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	7	0	68	0	18	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	760	345	4614	335	871	391	27	0	0	528	125	7	2	1	1	0	1	14	0	0	0	0

DÍA	Moto	Mototaxi	Auto	Camionetas			Omnibus			Camion			Semitraylers						Traylers			
				Panel	Pick Up	Rural	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3
Punto 5: Domingo 12/12/2021																						
00:00 - 01:00	9	0	61	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00 - 02:00	7	0	52	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00 - 03:00	9	0	60	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00 - 04:00	18	0	91	0	30	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00 - 05:00	32	0	231	3	35	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00 - 06:00	41	4	278	5	38	2	0	0	0	14	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00 - 07:00	52	5	304	8	46	9	1	0	0	17	10	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
07:00 - 08:00	68	7	365	12	50	12	2	0	0	19	9	2	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0
08:00 - 09:00	77	8	347	10	51	15	4	0	0	23	5	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
09:00 - 10:00	63	10	351	7	47	11	5	0	0	25	8	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
10:00 - 11:00	69	8	337	9	39	5	3	0	0	17	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	61	3	333	6	29	12	1	0	0	8	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	57	3	351	4	25	9	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	48	1	313	2	10	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	51	7	344	3	13	11	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	70	7	374	6	27	4	0	0	0	9	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	71	9	378	8	34	7	4	0	0	15	7	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
17:00 - 18:00	77	11	383	9	41	10	5	0	0	17	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
18:00 - 19:00	68	8	360	7	37	8	4	0	0	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00 - 20:00	57	6	321	2	30	5	2	0	0	10	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
20:00 - 21:00	50	3	275	0	21	2	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00 - 22:00	35	0	189	0	17	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00 - 23:00	28	0	113	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00 - 24:00	15	0	72	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1133	100	6283	101	698	129	31	0	0	224	80	9	1	5	0	0	0	15	0	0	0	0

RESUMEN DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU

<u>CONTROL DE VEHÍCULOS X DÍA</u>	
LUNES	9827
MARTES	8271
MIERCOLES	9072
JUEVES	10215
VIERNES	8336
SABADO	8022
DOMINGO	8809
TOTAL	62552

<u>ORDEN SEGÚN TRÁFICO VEHICULAR</u>	
SABADO	8022
MARTES	8271
VIERNES	8336
DOMINGO	8809
MIERCOLES	9072
LUNES	9827
JUEVES	10215

ANEXO N°03: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

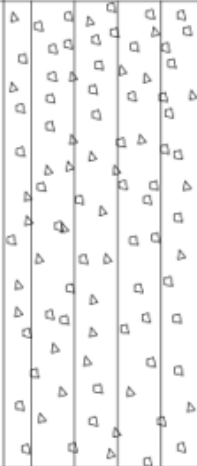
REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

NIVEL FREÁTICO: —
PROFUNDIDAD : 2.00 m.
COTA TERRENO : —
CALICATA : C - 1

FECHA : ENERO DEL 2022

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
0.70	A CIELO ABIERTO		Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.		
2.00		M - 1	Arenas pobremente graduadas con pocos limos, de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.	SP-SM	

REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

NIVEL FREÁTICO: ---
 PROFUNDIDAD : 2.00 m.
 COTA TERRENO : -
 CALICATA : C - 2

FECHA : ENERO DEL 2022

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
1.00	A CIELO ABIERTO		Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.		
2.00		M - 1	Arenas pobremente graduadas con pocos limos, de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.	SP-SM	

REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES
 ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL
 DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV.
 FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA
 CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

NIVEL FREÁTICO: —
 PROFUNDIDAD : **2.00 m.**
 COTA TERRENO : —
 CALICATA : **C - 3**

FECHA : **ENERO DEL 2022**

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
0.40	A CIELO ABIERTO		<i>Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.</i>		
2.00		M - 1	<i>Arenas pobremente graduadas con pocos limos, de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.</i>	SP-SM	

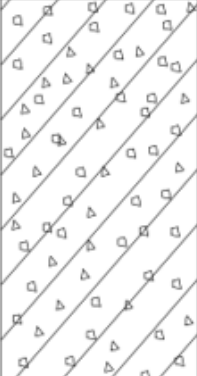
REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

FECHA : ENERO DEL 2022

NIVEL FREÁTICO: —
 PROFUNDIDAD : 2.00 m.
 COTA TERRENO : —
 CALICATA : C - 4

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
1.00	A CIELO ABIERTO		Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.		
2.00		M - 1	Arenas arcillosa de color marrón claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.	SC	

REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

NIVEL FREÁTICO: ---
PROFUNDIDAD : 2.00 m.
COTA TERRENO : --
CALICATA : C - 5

FECHA : ENERO DEL 2022

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
0.40	A CIELO ABIERTO		Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.		
2.00		M - 1	Arenas pobremente graduadas con pocos limos, de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.	SP-SM	

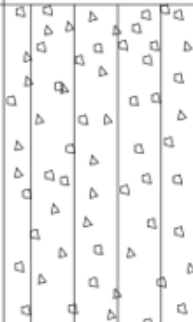
REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

FECHA : ENERO DEL 2022

NIVEL FREÁTICO: —
 PROFUNDIDAD : 2.00 m.
 COTA TERRENO : —
 CALICATA : C - 6

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
1.20	A CIELO ABIERTO		<i>Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.</i>		
2.00		M - 1	<i>Arenas pobremente graduadas con pocos limos, de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.</i>	SP-SM	

REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

NIVEL FREÁTICO: —
 PROFUNDIDAD : 2.00 m.
 COTA TERRENO : —
 CALICATA : C - 7

FECHA : ENERO DEL 2022

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
1.20	A CIELO ABIERTO		Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.		
2.00		M - 1	Arenas pobremente graduadas con pocos limos, de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.	SP-SM	

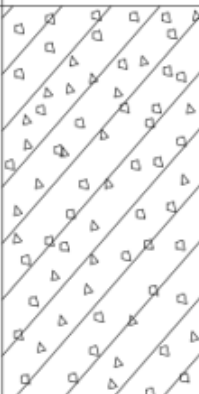
REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

NIVEL FREÁTICO: —
 PROFUNDIDAD : 2.00 m.
 COTA TERRENO : —
 CALICATA : C - 8

FECHA : ENERO DEL 2022

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
1.00	A CIELO ABIERTO		Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.		
2.00		M - 1	Arenas arcillosa de color marrón claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.	SC	


REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".**

NIVEL FREÁTICO: —
 PROFUNDIDAD : **2.00 m.**
 COTA TERRENO : —
 CALICATA : **C - 9**

FECHA : **ENERO DEL 2022**

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
1.00	A CIELO ABIERTO		<i>Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.</i>		
2.00		M - 1	<i>Arenas pobremente graduadas con pocos limos, de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.</i>	SP-SM	

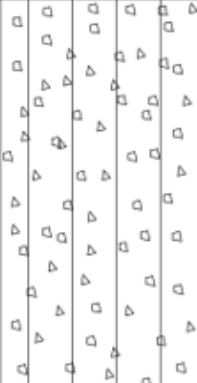
REGISTRO ESTRATIGRAFICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES
 ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL
 DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV.
 FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA
 CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU".

NIVEL FREÁTICO: —
 PROFUNDIDAD : 2.00 m.
 COTA TERRENO : —
 CALICATA : C - 10

FECHA : **ENERO DEL 2022**

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)	SIMBOLO
1.00	A CIELO ABIERTO		<i>Material de relleno conformado por suelo orgánico, arena y algunas piedras.</i>		
2.00		M - 1	<i>Arenas pobremente graduadas con pocos limos, de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el NAF.</i>	SP-SM	

ANEXO N°04: ENSAYOS DE LABORATORIO

CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **“EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

Calicata N° :	1	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	1	2
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	65.33	72.49
Peso de la muestra seca + lata (gr)	59.91	65.71
Peso del agua (gr)	5.42	6.78
Peso de la lata (gr)	16.00	16.00
Peso de la muestra seca (gr)	43.91	49.71
Contenido de humedad (%)	12.34	13.64
Contenido de humedad Promedio (%)	12.99	

Calicata N° :	2	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	3	4
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	74.16	80.42
Peso de la muestra seca + lata (gr)	67.33	73.09
Peso del agua (gr)	6.83	7.33
Peso de la lata (gr)	14.00	14.00
Peso de la muestra seca (gr)	53.33	59.09
Contenido de humedad (%)	12.81	12.40
Contenido de humedad Promedio (%)	12.61	

Calicata N° :	3	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	5	6
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	65.49	58.29
Peso de la muestra seca + lata (gr)	59.45	53.04
Peso del agua (gr)	6.04	5.25
Peso de la lata (gr)	14.00	14.00
Peso de la muestra seca (gr)	45.45	39.04
Contenido de humedad (%)	13.29	13.45
Contenido de humedad Promedio (%)	13.37	

Calicata N° :	4	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	7	8
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	79.32	67.21
Peso de la muestra seca + lata (gr)	72.02	61.21
Peso del agua (gr)	7.30	6.00
Peso de la lata (gr)	14.00	14.00
Peso de la muestra seca (gr)	58.02	47.21
Contenido de humedad (%)	12.58	12.71
Contenido de humedad Promedio (%)	12.65	

Calicata N° :	5	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	9	10
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	70.61	72.38
Peso de la muestra seca + lata (gr)	64.27	65.94
Peso del agua (gr)	6.34	6.44
Peso de la lata (gr)	14.00	14.00
Peso de la muestra seca (gr)	50.27	51.94
Contenido de humedad (%)	12.61	12.40
Contenido de humedad Promedio (%)	12.51	

Calicata N° :	6	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	11	12
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	64.59	62.10
Peso de la muestra seca + lata (gr)	58.94	55.91
Peso del agua (gr)	5.65	6.19
Peso de la lata (gr)	14.00	14.00
Peso de la muestra seca (gr)	44.94	41.91
Contenido de humedad (%)	12.57	14.77
Contenido de humedad Promedio (%)	13.67	

Calicata N° :	7	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	13	14
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	59.61	73.01
Peso de la muestra seca + lata (gr)	54.49	66.34
Peso del agua (gr)	5.12	6.67
Peso de la lata (gr)	14.00	14.00
Peso de la muestra seca (gr)	40.49	52.34
Contenido de humedad (%)	12.65	12.74
Contenido de humedad Promedio (%)	12.69	

Calicata N° :	8	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	15	16
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	64.62	66.82
Peso de la muestra seca + lata (gr)	58.73	60.46
Peso del agua (gr)	5.89	6.36
Peso de la lata (gr)	14.00	14.00
Peso de la muestra seca (gr)	44.73	46.46
Contenido de humedad (%)	13.17	13.69
Contenido de humedad Promedio (%)	13.43	

Calicata N° :	9	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	17	18
Peso de la muestra húmeda + lata (gr)	65.49	70.50
Peso de la muestra seca + lata (gr)	59.39	64.21
Peso del agua (gr)	6.10	6.29
Peso de la lata (gr)	13.00	13.00
Peso de la muestra seca (gr)	46.39	51.21
Contenido de humedad (%)	13.15	12.28
Contenido de humedad Promedio (%)	12.72	

Calicata N° :	10	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	19	20
Peso de la muestra húmeda + lata (g)	54.28	50.44
Peso de la muestra seca + lata (gr)	49.67	45.91
Peso del agua (gr)	4.61	4.53
Peso de la lata (gr)	13.00	13.00
Peso de la muestra seca (gr)	36.67	32.91
Contenido de humedad (%)	12.57	13.76
Contenido de humedad Promedio (%)	13.17	

ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

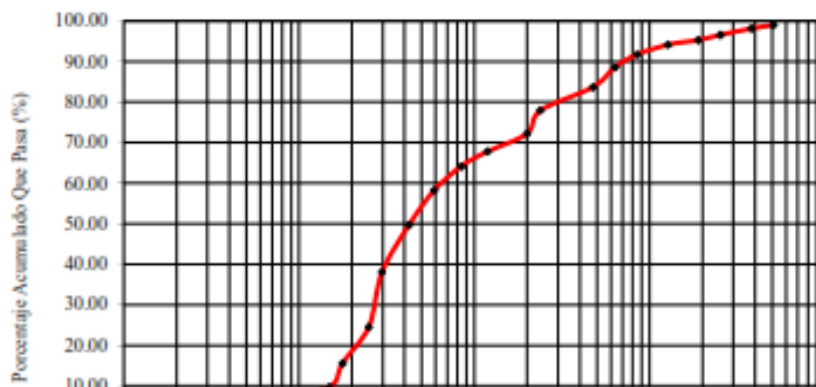
FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-1**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENID ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	21.65	0.99	0.99	99.01
1 1/2"	38.10	19.62	0.90	1.89	96.11
1"	25.40	34.16	1.56	3.45	96.55
3/4"	19.00	27.44	1.26	4.71	95.29
1/2"	12.70	25.63	1.17	5.88	94.12
3/8"	8.46	52.61	2.42	6.30	91.70
1/4"	6.35	66.29	3.13	11.43	88.57
Nº 4	4.76	106.32	4.87	16.29	83.71
Nº 8	2.36	126.34	5.78	22.05	77.92
Nº 10	2.00	124.29	5.69	27.77	72.23
Nº 16	1.19	96.34	4.41	32.18	67.82
Nº 20	0.84	81.16	3.72	35.89	64.11
Nº 30	0.59	126.59	5.89	41.78	58.22
Nº 40	0.425	184.94	8.47	50.25	49.75
Nº 50	0.297	254.76	11.66	61.91	38.09
Nº 60	0.250	294.66	13.49	75.40	24.60
Nº 80	0.177	195.38	8.94	84.35	15.65
Nº 100	0.149	129.33	5.92	90.27	9.73
Nº 200	0.074	76.34	3.49	93.76	6.24
Recipiente	-	136.26	6.24	100.00	0.00
Sumatoria		2184.31	100.00		
D10= 0.150		D30=0.269		D60=0.666	
Clasificación SUSC: SP -SM (Arena mal graduada con pocos limos)					LL: 21.26
Clasificación AASHTO: A-1-b					LP: 15.44
					IP: 5.84

	0.028	0.267	0.047	5.40	0.25	1.75
	5.92	0.150	13.49	0.269	5.89	0.666
cu	4.42997722					
cc	0.72246639					



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

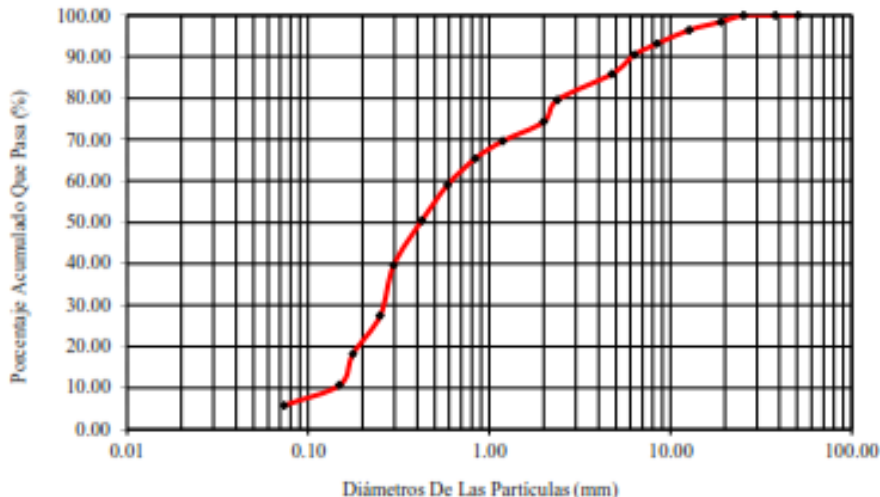
PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-2**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	36.26	1.64	1.64	98.36
1/2"	12.70	42.16	1.90	3.54	96.46
3/8"	8.46	73.57	3.32	6.87	93.13
1/4"	6.35	58.24	2.63	9.50	90.50
Nº 4	4.76	103.26	4.67	14.16	85.84
Nº 8	2.36	138.49	6.26	20.42	79.58
Nº 10	2.00	116.95	5.28	25.71	74.29
Nº 16	1.19	102.35	4.62	30.33	69.67
Nº 20	0.84	94.56	4.27	34.60	65.40
Nº 30	0.59	139.64	6.31	40.91	59.09
Nº 40	0.425	192.54	8.70	49.61	50.39
Nº 50	0.297	237.16	10.72	60.33	39.67
Nº 60	0.250	270.28	12.21	72.54	27.46
Nº 80	0.177	203.64	9.20	81.74	18.26
Nº 100	0.149	167.29	7.56	89.30	10.70
Nº 200	0.074	108.29	4.89	94.19	5.81
Recipiente	-	128.49	5.81	100.00	0.00
Sumatoria		2213.17	100.00		
D10= 0.135		D30=0.260		D60=0.626	
Clasificación SUSC: SP -SM (Arena mal graduada con pocos limos)					LL: 20.03
Clasificación AASHTO: A-2-4					LP: 16.00
					IP: 4.03



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

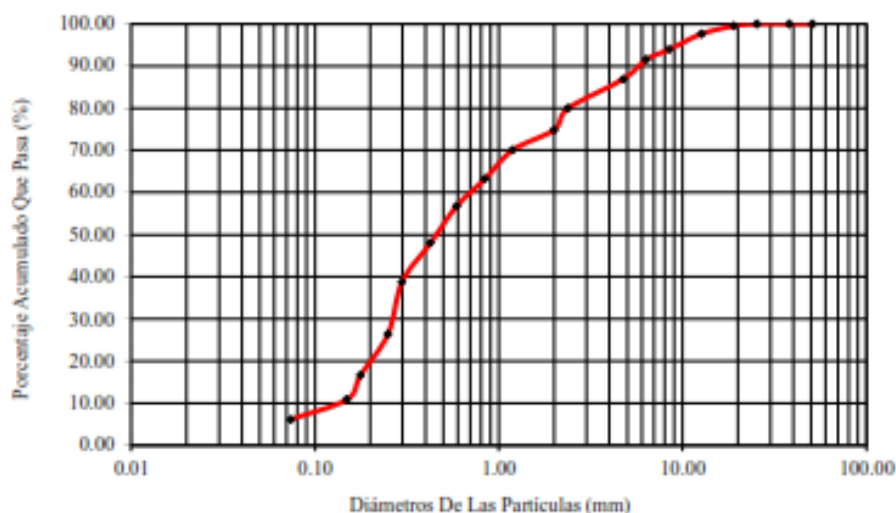
PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-3**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENID ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	10.36	0.47	0.47	99.53
1/2"	12.70	42.57	1.91	2.36	97.62
3/8"	8.46	82.11	3.69	6.07	93.93
1/4"	6.35	53.16	2.39	8.47	91.53
Nº 4	4.76	103.26	4.64	13.11	86.89
Nº 8	2.38	154.26	6.94	20.05	79.95
Nº 10	2.00	113.67	5.11	25.16	74.84
Nº 16	1.19	105.67	4.76	29.92	70.08
Nº 20	0.84	152.46	6.66	36.76	63.22
Nº 30	0.59	143.91	6.47	43.25	56.75
Nº 40	0.425	194.26	8.74	51.99	48.01
Nº 50	0.297	205.64	9.25	61.24	38.76
Nº 60	0.250	274.85	12.36	73.60	26.40
Nº 80	0.177	215.64	9.70	83.30	16.70
Nº 100	0.149	128.49	5.76	89.06	10.92
Nº 200	0.074	106.34	4.76	93.87	6.13
Recipiente	-	136.37	6.13	100.00	0.00
Sumatoria		2223.22	100.00		
D10= 0.135		D30=0.264		D60=0.716	
Clasificación SUSC: SP -SM (Arena mal graduada con pocos limos)					LL: 21.57
Clasificación AASHTO: A-1-b					LP: 15.45
					IP: 6.11



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

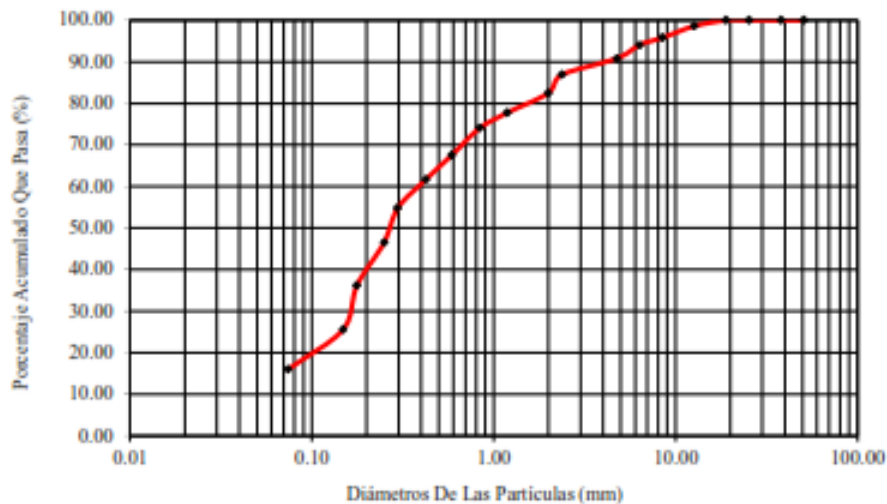
PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-4**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	39.64	1.39	1.39	98.61
3/8"	8.46	81.06	2.83	4.22	95.78
1/4"	6.35	50.28	1.76	5.98	94.02
Nº 4	4.76	92.61	3.24	9.22	90.78
Nº 8	2.38	110.36	3.86	13.07	86.93
Nº 10	2.00	127.49	4.46	17.53	82.47
Nº 16	1.19	135.29	4.73	22.26	77.74
Nº 20	0.84	105.26	3.68	25.94	74.06
Nº 30	0.59	166.37	6.52	32.46	67.54
Nº 40	0.425	167.42	6.65	39.11	61.69
Nº 50	0.297	196.26	6.86	45.97	54.83
Nº 60	0.250	236.56	8.34	54.31	46.49
Nº 80	0.177	294.56	10.30	64.61	36.19
Nº 100	0.149	302.49	10.58	75.19	25.61
Nº 200	0.074	275.46	9.63	84.82	15.98
Recipiente	-	457.19	15.98	100.00	0.00
Sumatoria		2860.32	100.00		
D10=		D30=		D60=	
Clasificación SUSC: SC (Arena arcillosa)					LL: 24.33
Clasificación AASHTO: A-2-4					LP: 16.51
					IP: 7.82



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

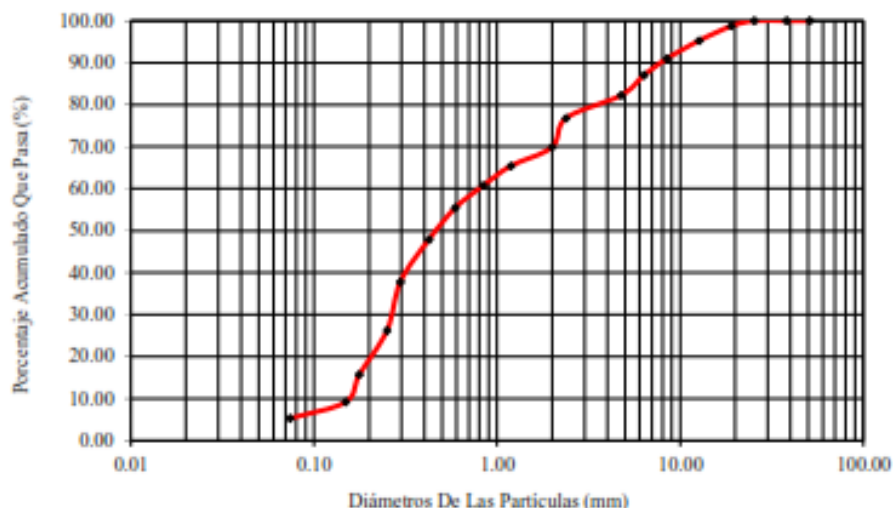
PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-5**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENID ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	29.64	1.26	1.26	98.74
1/2"	12.70	82.16	3.48	4.74	95.26
3/8"	8.46	102.34	4.34	9.07	90.93
1/4"	6.35	92.16	3.90	12.98	87.02
Nº 4	4.76	113.07	4.79	17.77	82.23
Nº 6	2.36	126.49	5.44	23.21	76.79
Nº 10	2.00	162.34	6.88	30.09	69.91
Nº 16	1.19	106.37	4.51	34.59	65.41
Nº 20	0.84	110.79	4.69	39.29	60.71
Nº 30	0.59	125.46	5.32	44.60	55.40
Nº 40	0.425	176.33	7.47	52.07	47.93
Nº 50	0.297	236.29	10.10	62.17	37.83
Nº 60	0.250	275.16	11.66	73.83	26.17
Nº 80	0.177	246.31	10.44	84.26	15.74
Nº 100	0.149	154.26	6.54	90.80	9.20
Nº 200	0.074	92.46	3.92	94.71	5.29
Recipiente	-	124.76	5.29	100.00	0.00
Sumatoria		2360.39	100.00		
D10= 0.152		D30=0.265		D60=0.607	
Clasificación SUSC: SP -SM (Arena mal graduada con pocos limos)					LL: 19.71
Clasificación AASHTO: A-1-b					LP: 15.29
					IP: 4.42



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

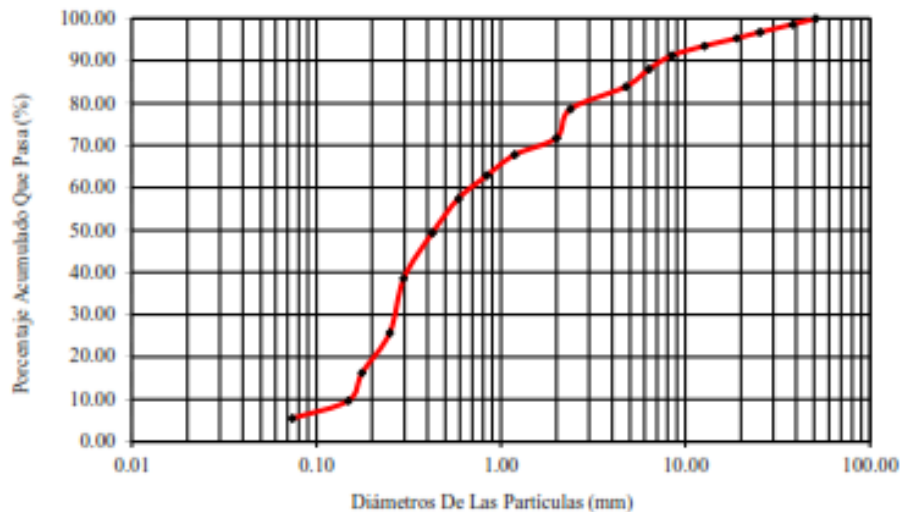
PROYECTO: **“EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-6**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENID ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	36.29	1.43	1.43	98.57
1"	25.40	46.28	1.82	3.25	96.75
3/4"	19.00	37.16	1.46	4.71	95.29
1/2"	12.70	46.28	1.82	6.53	93.47
3/8"	8.46	56.31	2.21	8.74	91.26
1/4"	6.35	62.10	3.23	11.97	88.03
Nº 4	4.75	106.26	4.16	16.14	83.86
Nº 5	2.36	135.26	5.32	21.46	76.54
Nº 10	2.00	172.17	6.77	28.23	71.77
Nº 16	1.18	100.79	3.96	32.19	67.81
Nº 20	0.84	125.46	4.93	37.12	62.88
Nº 30	0.59	138.26	5.44	42.56	57.44
Nº 40	0.425	206.54	8.12	50.68	49.32
Nº 50	0.297	274.19	10.78	61.46	38.54
Nº 60	0.250	327.16	12.86	74.32	25.68
Nº 80	0.177	240.02	9.44	83.75	16.25
Nº 100	0.149	167.29	6.58	90.33	9.67
Nº 200	0.074	106.33	4.16	94.51	5.49
Recipiente	-	139.67	5.49	100.00	0.00
Sumatoria		2543.64	100.00		
D10= 0.150		D30=0.266		D60=0.706	
Clasificación SUSC: SP -SM (Arena mal graduada con pocos limos)					LL: 20.85
Clasificación AASHTO: A-1-b					LP: 15.88
					IP: 4.97



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

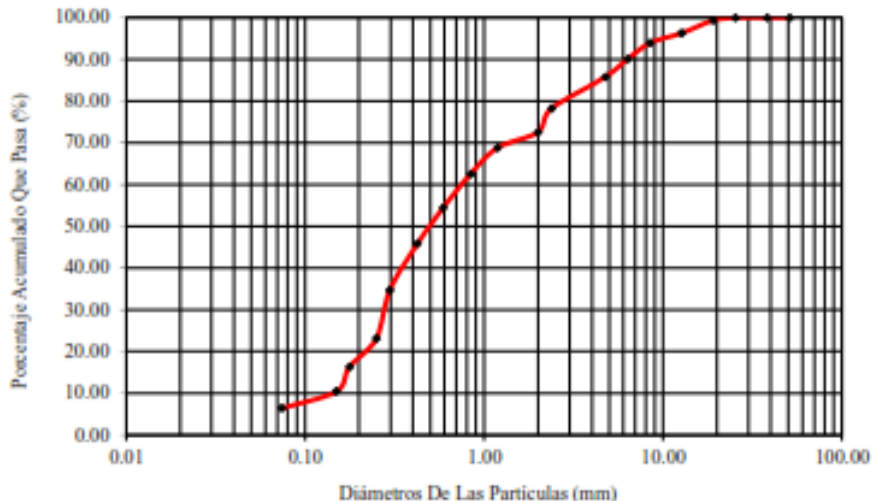
PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-7**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	16.35	0.65	0.65	99.32
1/2"	12.70	72.16	2.96	3.65	96.35
3/8"	8.46	55.49	2.41	6.07	93.93
1/4"	6.35	92.34	3.61	9.68	90.12
Nº 4	4.75	105.25	4.34	14.22	85.75
Nº 8	2.35	152.45	7.53	21.75	76.25
Nº 10	2.00	137.56	5.65	27.43	72.57
Nº 16	1.19	90.45	3.73	31.16	66.54
Nº 20	0.84	152.49	6.29	37.46	62.54
Nº 30	0.59	197.45	8.15	45.61	54.39
Nº 40	0.425	206.49	8.52	54.13	45.67
Nº 50	0.297	271.05	11.19	65.32	34.68
Nº 60	0.250	280.15	11.56	76.88	23.12
Nº 80	0.177	165.34	6.62	83.70	16.30
Nº 100	0.149	142.65	5.69	89.59	10.41
Nº 200	0.074	97.45	4.02	93.61	6.39
Recipiente	-	154.72	6.39	100.00	0.00
Sumatoria		2422.95	100.00		
D10= 0.141		D30=0.275		D60=0.762	
Clasificación SUSC: SP -SM (Arena mal graduada con pocos limos)					LL: 20.23
Clasificación AASHTO: A-1-b					LP: 15.01
					IP: 5.22



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

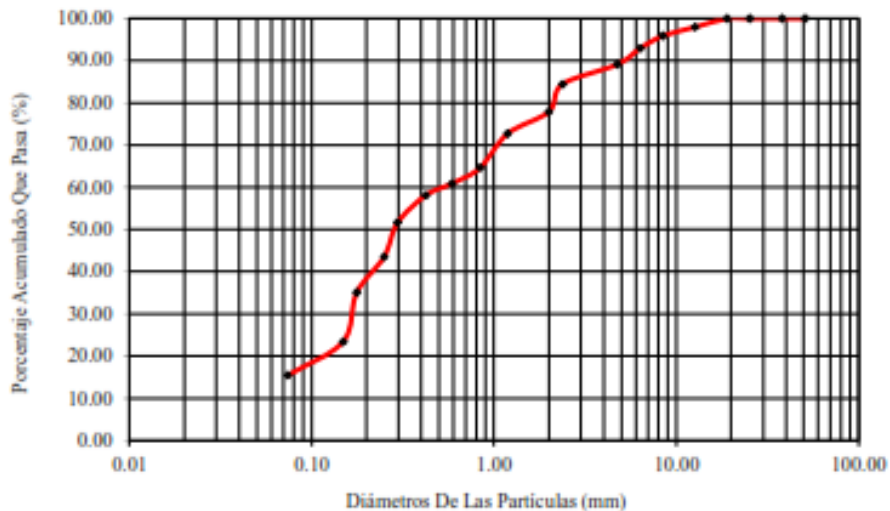
PROYECTO: **“EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-8**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENID ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	49.61	2.04	2.04	97.96
3/8"	8.46	50.27	2.07	4.11	95.89
1/4"	6.35	72.16	2.97	7.07	92.93
Nº 4	4.75	92.47	3.80	10.87	89.13
Nº 8	2.35	113.64	4.67	15.55	84.45
Nº 10	2.00	156.29	6.51	22.05	77.95
Nº 16	1.19	126.57	5.20	27.26	72.74
Nº 20	0.84	196.60	8.08	35.34	64.66
Nº 30	0.59	92.16	3.79	39.13	60.87
Nº 40	0.425	67.16	2.76	41.89	56.11
Nº 50	0.297	157.16	6.46	48.35	51.65
Nº 60	0.250	195.25	8.15	56.50	43.50
Nº 80	0.177	204.16	8.39	64.89	35.11
Nº 100	0.149	254.59	11.70	76.59	23.41
Nº 200	0.074	193.25	7.95	84.54	15.46
Recipiente	-	376.16	15.46	100.00	0.00
Sumatoria		2432.53	100.00		
D10=		D30=		D60=	
Clasificación SUSC: SC (Arena arcillosa)					LL: 24.42
Clasificación AASHTO: A-2-4					LP: 16.16
					IP: 8.24



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

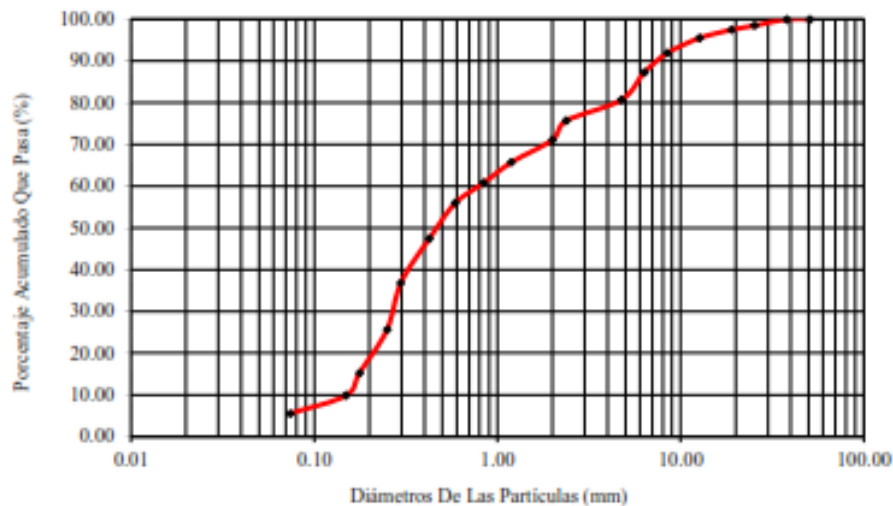
PROYECTO: **“EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-9**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	34.19	1.48	1.48	98.52
3/4"	19.00	23.16	1.00	2.49	97.51
1/2"	12.70	46.38	2.01	4.50	95.50
3/8"	8.46	82.45	3.57	8.07	91.93
1/4"	6.35	106.34	4.61	12.68	87.32
Nº 4	4.76	152.46	6.61	19.28	80.72
Nº 8	2.36	116.34	5.04	24.33	75.67
Nº 10	2.00	105.29	4.56	28.89	71.11
Nº 16	1.19	124.94	5.41	34.30	65.70
Nº 20	0.84	113.65	4.93	39.24	60.76
Nº 30	0.59	110.26	4.78	44.02	55.98
Nº 40	0.425	196.00	8.49	52.51	47.49
Nº 50	0.297	246.73	10.69	63.20	36.80
Nº 60	0.250	258.74	11.21	74.41	25.59
Nº 80	0.177	238.56	10.34	84.75	15.25
Nº 100	0.149	124.16	5.38	90.13	9.87
Nº 200	0.074	100.19	4.34	94.48	5.52
Recipiente	-	127.49	5.52	100.00	0.00
Sumatoria		2307.53	100.00		
D10= 0.150		D30=0.269		D60=0.600	
Clasificación SUSC: SP -SM (Arena mal graduada con pocos limos)					LL: 20.48
Clasificación AASHTO: A-1-b					LP: 15.97
					IP: 4.52



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

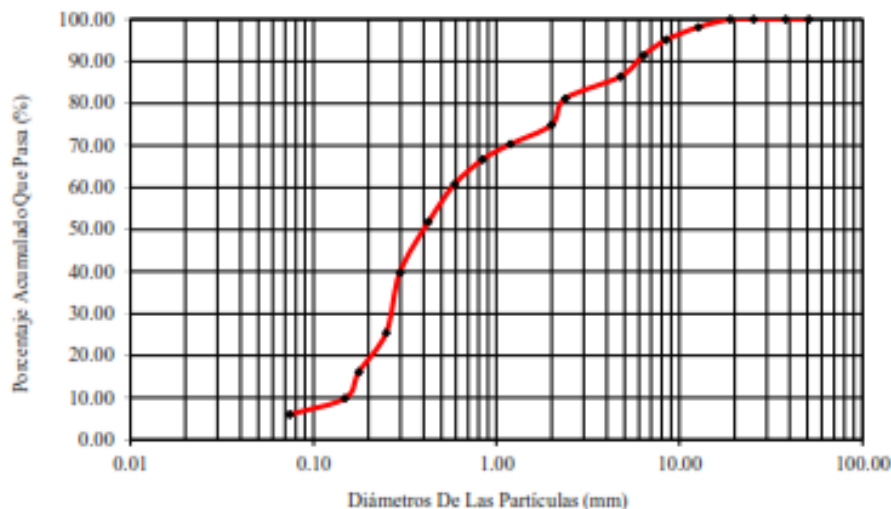
PROYECTO: **“EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-10**

Prof.: **2.00 m.**

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%PESO RETENIDO	PESO RETENID ACUMULADO	%QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	41.09	1.86	1.86	98.14
3/8"	8.46	67.29	3.05	4.91	95.09
1/4"	6.35	82.04	3.71	8.62	91.38
Nº 4	4.75	110.49	5.00	13.62	86.38
Nº 8	2.35	115.49	5.23	18.85	81.15
Nº 10	2.00	137.28	6.22	25.07	74.93
Nº 16	1.19	102.19	4.63	29.70	70.30
Nº 20	0.84	80.64	3.65	33.35	66.65
Nº 30	0.59	130.27	5.90	39.24	60.76
Nº 40	0.425	196.39	8.89	48.14	51.86
Nº 50	0.297	267.49	12.11	60.25	39.75
Nº 60	0.250	315.47	14.28	74.53	25.47
Nº 80	0.177	206.49	9.35	83.88	16.12
Nº 100	0.149	137.54	6.23	90.11	9.89
Nº 200	0.074	86.34	3.91	94.02	5.98
Recipiente	-	132.16	5.96	100.00	0.00
Sumatoria		2206.66	100.00		
D10= 0.150		D30=0.269		D60=0.666	
Clasificación SUSC: SP -SM (Arena mal graduada con pocos limos)					LL: 19.66
Clasificación AASHTO: A-2-4					LP: 14.94
					IP: 4.71



LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

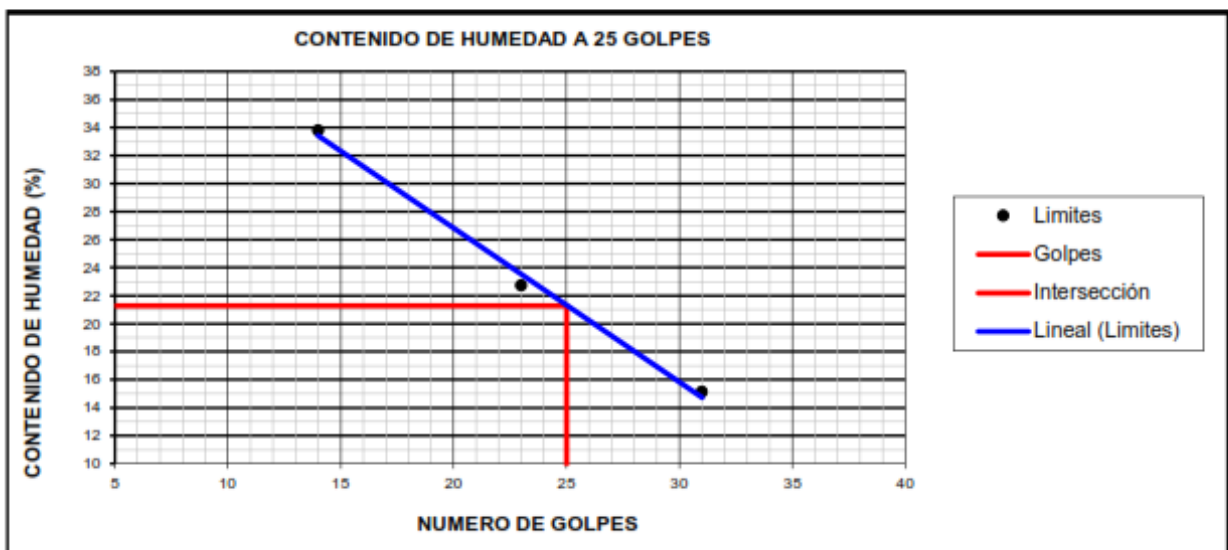
SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-1 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	3	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		38.64	41.97	52.37	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	32.92	37.16	47.59	
PESO DE AGUA	(g)	5.72	4.81	4.78	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.92	21.16	31.59	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.81	22.73	15.13	23.89
NUMERO DE GOLPES		14	23	31	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		6	7		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	30.06	31.19		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	28.16	29.18		
PESO DE AGUA	(g)	1.90	2.01		
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.16	13.18		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	15.63	15.25		15.44



TES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	21.28
LIMITE PLASTICO	15.44
INDICE DE PLASTICIDAD	5.84

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUOTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-2 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

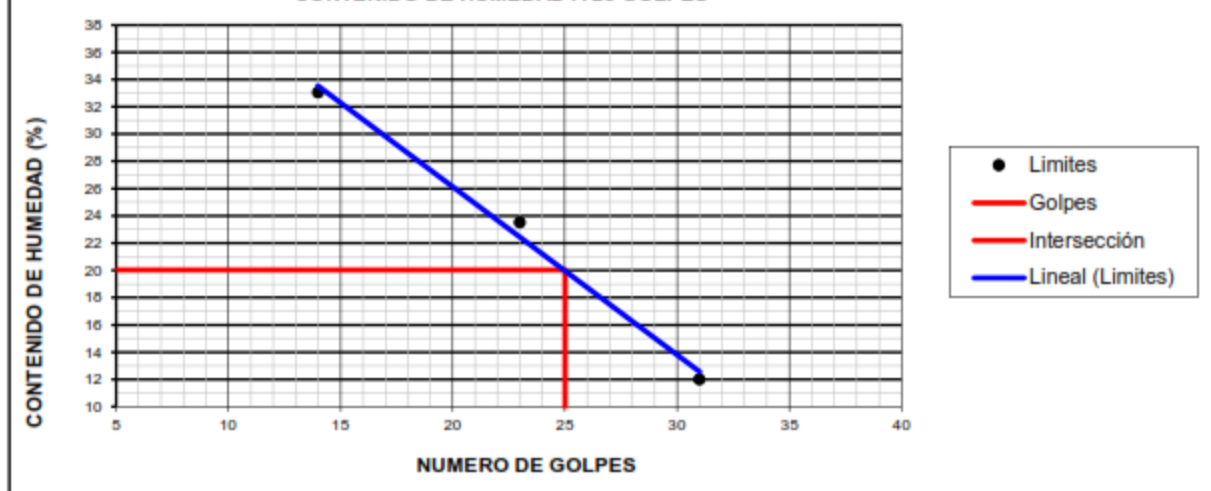
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		2	5	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		35.61	38.49	43.16	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.74	34.21	40.25	
PESO DE AGUA	(g)	4.87	4.28	2.91	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.74	18.21	24.25	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.04	23.50	12.00	22.85
NUMERO DE GOLPES		14	23	31	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		11	15		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.16	30.19		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	31.71	28.19		
PESO DE AGUA	(g)	2.45	2.00		
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.71	12.19		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	15.60	16.41		16.00

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



RESUMEN DE PROPIEDADES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	20.03
LIMITE PLASTICO	16.00
INDICE DE PLASTICIDAD	4.03

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

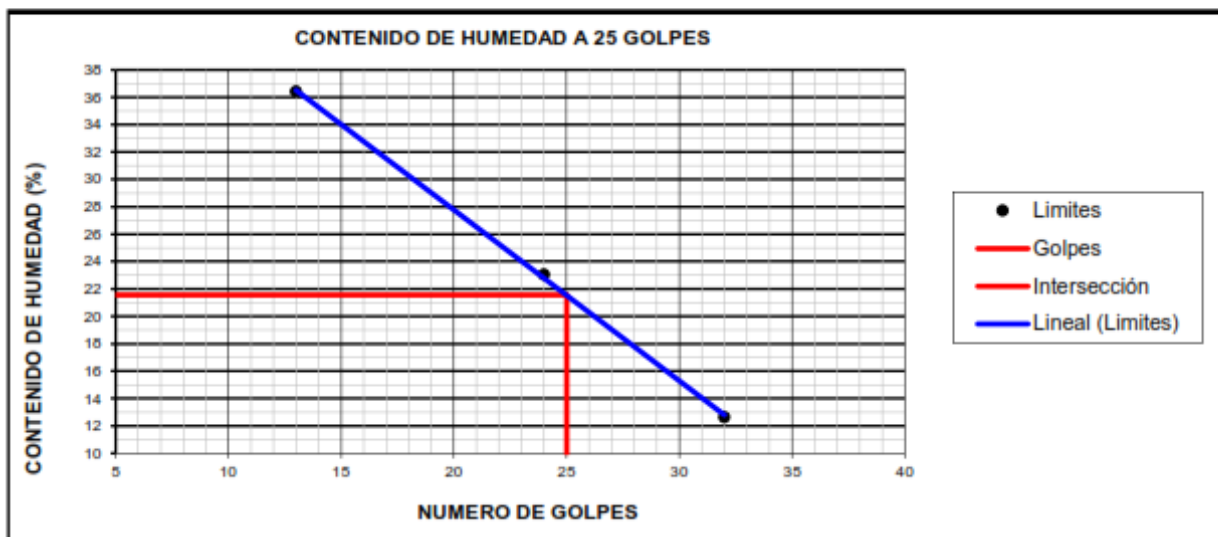
SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-3 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	7	10	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		36.72	40.51	48.97	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	31.19	35.92	45.27	
PESO DE AGUA	(g)	5.53	4.59	3.70	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.19	19.92	29.27	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.41	23.04	12.64	24.03
NUMERO DE GOLPES		13	24	32	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		3	6		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	26.79	32.15		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.37	29.95		
PESO DE AGUA	(g)	1.42	2.20		
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.37	13.95		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	15.15	15.77		15.46



TES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	21.57
LIMITE PLASTICO	15.46
INDICE DE PLASTICIDAD	6.11

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUOTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-4 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

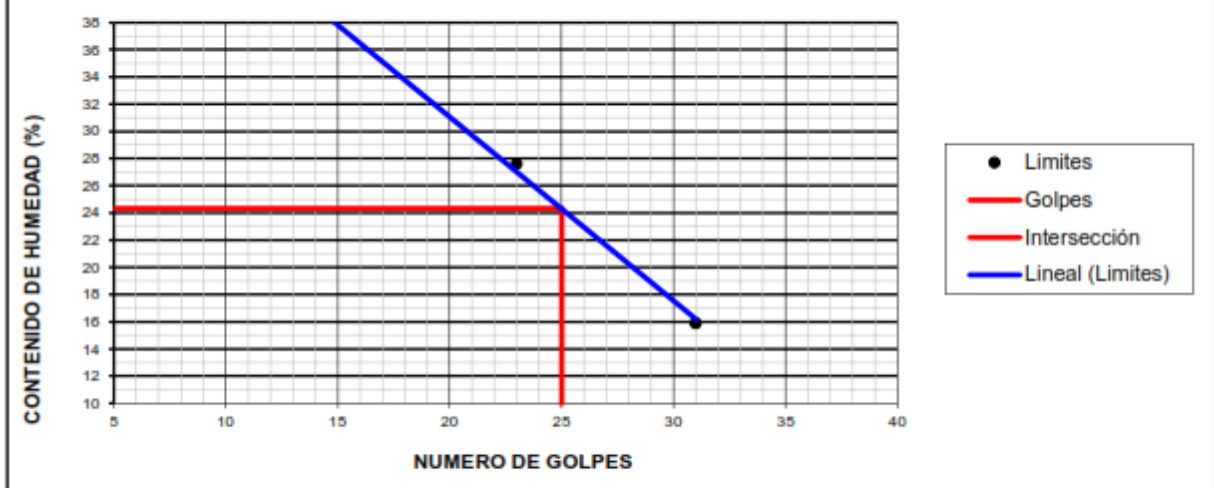
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		2	3	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		30.85	35.61	43.24	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	26.69	31.37	39.51	
PESO DE AGUA	(g)	4.16	4.24	3.73	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.69	15.37	23.51	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.91	27.59	15.87	27.46
NUMERO DE GOLPES		14	23	31	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		8	9	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	35.24	34.05	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	32.57	31.44	
PESO DE AGUA	(g)	2.67	2.61	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.57	15.44	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	16.11	16.90	16.51

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



TES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.33
LIMITE PLASTICO	16.51
INDICE DE PLASTICIDAD	7.82

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-5 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	3	4	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		40.11	43.58	45.72	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	34.23	38.57	42.16	
PESO DE AGUA	(g)	5.88	5.01	3.56	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.23	22.57	26.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.25	22.20	13.61	22.69
NUMERO DE GOLPES		15	24	29	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		10	12		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	23.64	20.16		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	22.57	19.64		
PESO DE AGUA	(g)	1.07	0.52		
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.57	3.64		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	16.29	14.29		15.29



PROPIEDADES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	19.71
LIMITE PLASTICO	15.29
INDICE DE PLASTICIDAD	4.42

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUOTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-6 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	4	7	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		35.28	39.14	43.61	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.49	35.27	40.25	
PESO DE AGUA	(g)	4.79	3.87	3.36	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.49	19.27	24.25	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.06	20.08	13.86	22.33
NUMERO DE GOLPES		15	26	30	

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		9	15		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	35.44	33.68		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	32.81	31.20		
PESO DE AGUA	(g)	2.63	2.48		
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.81	15.20		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	15.65	16.32		15.98

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



TES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	20.95
LIMITE PLASTICO	15.98
INDICE DE PLASTICIDAD	4.97

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUOTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-7 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		2	4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		35.62	40.18	47.69	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.73	35.97	44.37	
PESO DE AGUA	(g)	4.89	4.21	3.32	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.73	19.97	28.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.20	21.08	11.70	21.99
NUMERO DE GOLPES		15	24	32	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		12	14		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	26.77	35.62		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.37	33.05		
PESO DE AGUA	(g)	1.40	2.57		
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.37	17.05		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	14.94	15.07		15.01



PROPIEDADES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	20.23
LIMITE PLASTICO	15.01
INDICE DE PLASTICIDAD	5.22

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-8 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		45.26	48.62	53.16	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	36.98	42.25	47.51	
PESO DE AGUA	(g)	8.28	6.37	5.65	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	20.98	26.25	31.51	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.47	24.27	17.93	27.22
NUMERO DE GOLPES		16	24	30	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		5	9	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.28	30.22	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	31.57	28.37	
PESO DE AGUA	(g)	2.71	1.85	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.57	12.37	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	17.41	14.96	16.18

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



TES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	24.42
LIMITE PLASTICO	16.18
INDICE DE PLASTICIDAD	8.24

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-9 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO	1	3	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	33.76	39.66	40.51	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	28.84	35.60	38.25	
PESO DE AGUA (g)	4.92	4.06	2.26	
PESO DEL TARRO (g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	12.84	19.60	22.25	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	38.32	20.71	10.16	23.06
NUMERO DE GOLPES	13	24	33	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO	6	7		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	34.27	31.59		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	31.89	29.33		
PESO DE AGUA (g)	2.38	2.26		
PESO DEL TARRO (g)	16.00	16.00		
PESO DEL SUELO SECO (g)	15.89	13.33		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	14.98	16.95		15.97

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



PROPIEDADES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	20.48
LIMITE PLASTICO	15.97
INDICE DE PLASTICIDAD	4.51

LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE LA MALLA N° 200

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

SOLICITANTE : BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA Y BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK
PROYECTO : "EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"
CALICATA : C-10 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **FECHA** : ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		5	8	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO		42.76	49.91	52.11	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	35.62	43.27	47.92	
PESO DE AGUA	(g)	7.14	6.64	4.19	
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00	16.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.62	27.27	31.92	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.39	24.35	13.13	24.62
NUMERO DE GOLPES		15	22	29	

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		3	4		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	36.49	26.98		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	33.85	25.54		
PESO DE AGUA	(g)	2.64	1.44		
PESO DEL TARRO	(g)	16.00	16.00		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	17.85	9.54		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	14.79	15.09		14.94

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



PROPIEDADES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	19.66
LIMITE PLASTICO	14.94
INDICE DE PLASTICIDAD	4.72

ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-1**

PROFUND.: **1.00 m.**

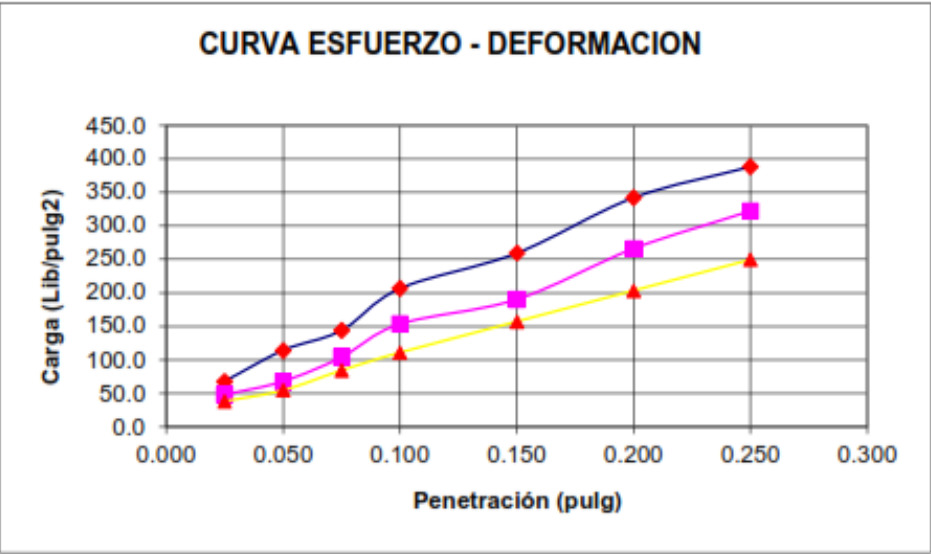
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9115	9510	8915	9305	8790	9225
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4940	5335	4740	5130	4615	5050
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.333	2.520	2.239	2.423	2.180	2.385
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.175	2.067	2.109	2.038	2.044	1.975
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	41.20	41.75	40.10	39.65	42.15	39.50
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	351.25	461.39	372.10	482.44	356.98	496.13
8	TARA +SUELO SECO gr.	330.16	385.91	352.76	411.97	337.41	417.55
9	PESO DEL AGUA gr.	21.09	75.48	19.34	70.47	19.57	78.58
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	288.96	344.16	312.66	372.32	295.26	378.05
11	CONT. DE HUMEDAD %	7.30	21.93	6.19	18.93	6.63	20.79

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES				COMP. 25 GOLPES				COMP. 13 GOLPES			
	LECTURA				LECTURA				LECTURA			
	DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2		DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2		DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2	
0.025	15	203.3	67.8	9	143.8	47.9		6	114.1	38.0		
0.050	29	342.1	114.0	15	203.3	67.8		11	163.7	54.6		
0.075	38	431.3	143.8	26	312.3	104.1		20	252.9	84.3		
0.100	57	619.6	206.5	41	461.0	153.7		28	332.2	110.7		
0.150	73	778.2	259.4	52	570.0	190.0		42	470.9	157.0		
0.200	98	1026.0	342.0	75	798.0	266.0		56	609.7	203.2		
0.250	112	1164.7	388.2	92	966.5	322.2		70	748.4	249.5		

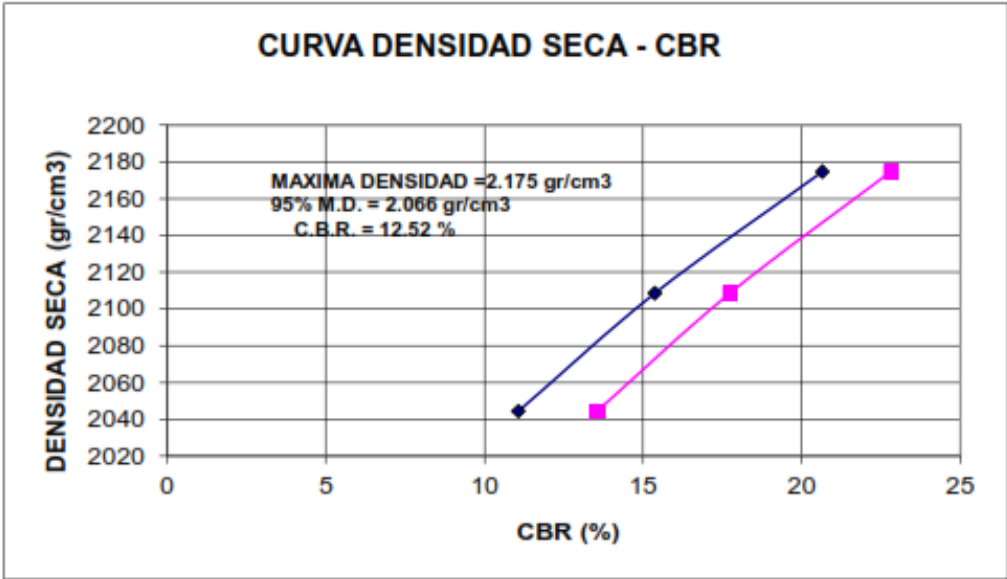
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	206.5	20.65
0.2"	342.0	22.8
0.1"	153.7	15.37
0.2"	266.0	17.73
0.1"	110.7	11.07
0.2"	203.2	13.55

Densidad Seca (gr/cm ³)	2044	2109	2175
Numero de Golpes	13	25	56
C.B.R	0.1"	11.07	15.37
	0.2"	13.55	17.73



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-2**

PROFUND.: **1.20 m.**

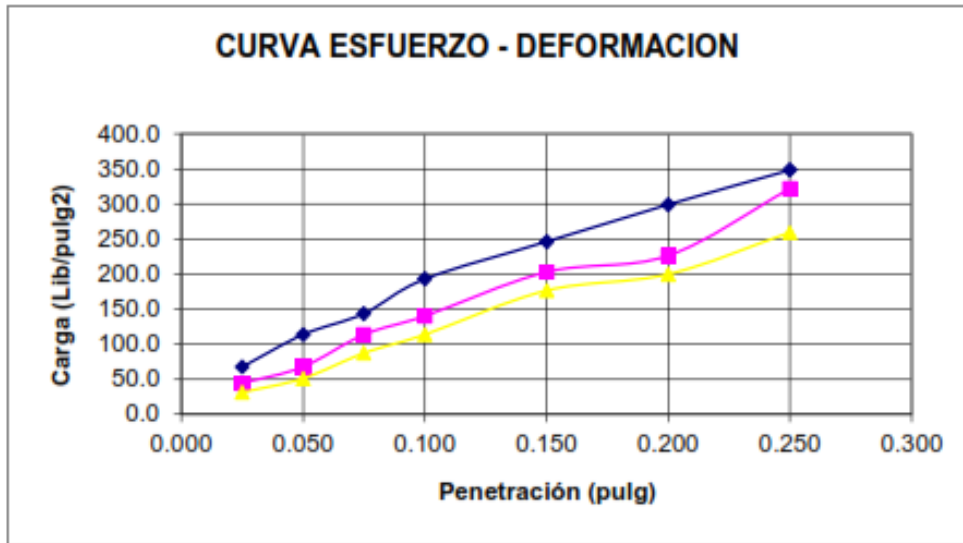
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9130	9545	8960	9125	8735	9065
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4955	5370	4785	4950	4560	4890
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.341	2.537	2.260	2.338	2.154	2.310
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.189	2.102	2.094	1.919	2.012	1.939
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	40.75	41.25	42.3	41.85	40.6	40.15
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	391.24	485.61	326.59	428.53	400.11	527.43
8	TARA +SUELO SECO gr.	368.49	409.43	305.72	359.21	376.45	449.2
9	PESO DEL AGUA gr.	22.75	76.18	20.87	69.32	23.66	78.23
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	327.74	368.18	263.42	317.36	335.85	409.05
11	CONT. DE HUMEDAD %	6.94	20.69	7.92	21.84	7.04	19.12

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES			COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA DIAL	LIBRAS		LECTURA DIAL	LIBRAS		LECTURA DIAL	LIBRAS	
		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2
0.025	15	203.3	67.8	8	133.9	44.6	4	94.3	31.4
0.050	29	342.1	114.0	15	203.3	67.8	10	153.7	51.2
0.075	38	431.3	143.8	29	342.1	114.0	21	262.8	87.6
0.100	53	579.9	193.3	37	421.4	140.5	29	342.1	114.0
0.150	69	738.5	246.2	56	609.7	203.2	48	530.4	176.8
0.200	85	897.1	299.0	63	679.1	226.4	55	599.8	199.9
0.250	100	1045.8	348.6	92	966.5	322.2	73	778.2	259.4

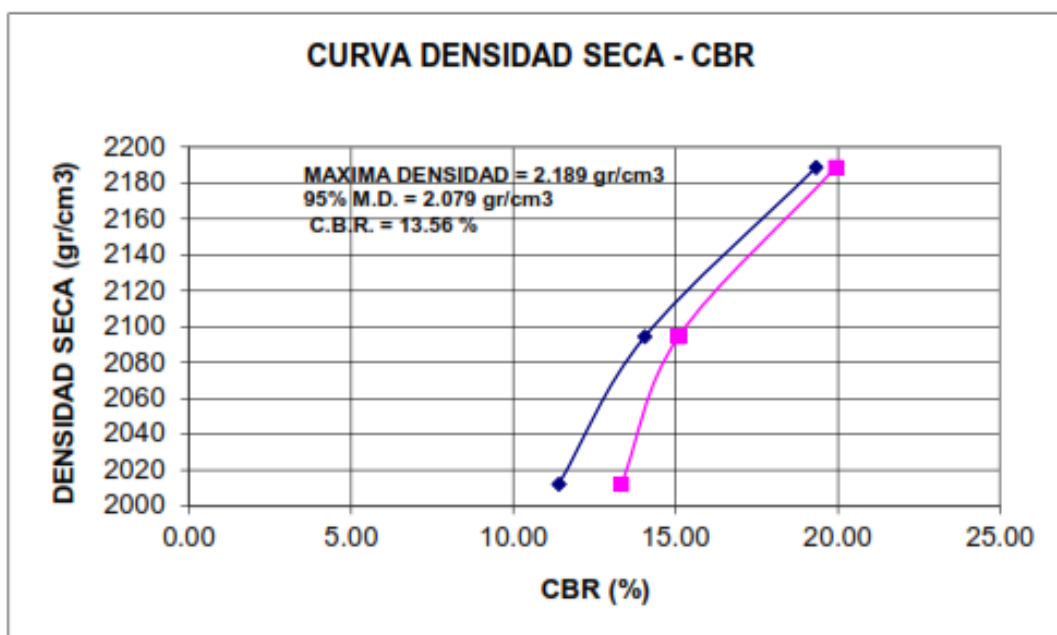
EXPANSIÓN

HORAS	COMP. 56 GOLPES			COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	193.3	19.33
0.2"	299.0	19.94
0.1"	140.5	14.05
0.2"	226.4	15.09
0.1"	114.0	11.4
0.2"	199.9	13.33

Densidad Seca(gr/cm ³)	2012	2094	2189	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	11.40	14.05	19.33
	0.2"	13.33	15.09	19.94



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-3**

PROFUND.: **1.00 m.**

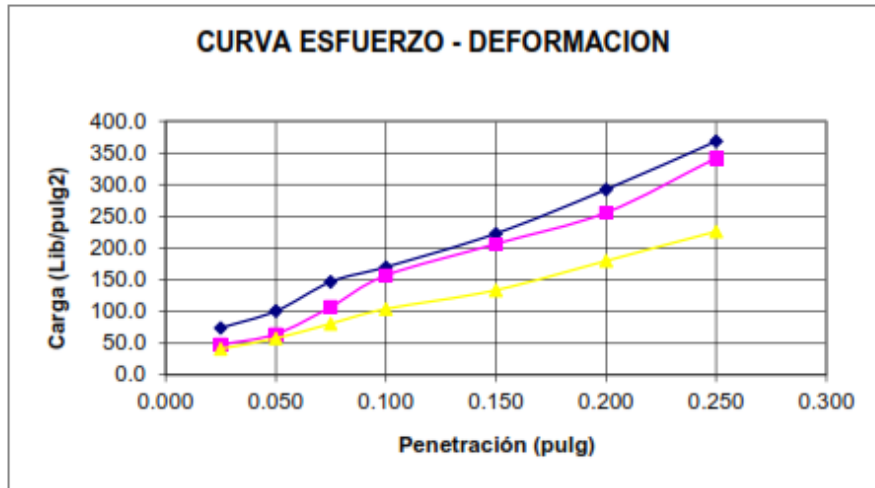
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9110	9610	8950	9175	8710	9005
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4935	5435	4775	5000	4535	4830
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.331	2.567	2.256	2.362	2.142	2.282
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.170	2.094	2.114	1.955	2.002	1.891
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	40	39.6	41.22	45.3	44.7	40.28
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	362.54	482.16	372.16	497.68	372.16	500.46
8	TARA +SUELO SECO gr.	340.29	400.59	351.42	419.67	350.74	421.68
9	PESO DEL AGUA gr.	22.25	81.57	20.74	78.01	21.42	78.78
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	300.29	360.99	310.20	374.37	306.04	381.40
11	CONT. DE HUMEDAD %	7.41	22.60	6.69	20.84	7.00	20.66

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES			COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA DIAL	LECTURA		LECTURA DIAL	LECTURA		LECTURA DIAL	LECTURA	
		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2
0.025	17	223.1	74.4	9	143.8	47.9	7	124.0	41.3
0.050	25	302.4	100.8	14	193.4	64.5	12	173.6	57.9
0.075	39	441.2	147.1	27	322.2	107.4	19	242.9	81.0
0.100	46	510.6	170.2	42	470.9	157.0	26	312.3	104.1
0.150	62	669.2	223.1	57	619.6	206.5	35	401.5	133.8
0.200	83	877.3	292.4	72	768.3	256.1	49	540.3	180.1
0.250	106	1105.3	368.4	98	1026.0	342.0	63	679.1	226.4

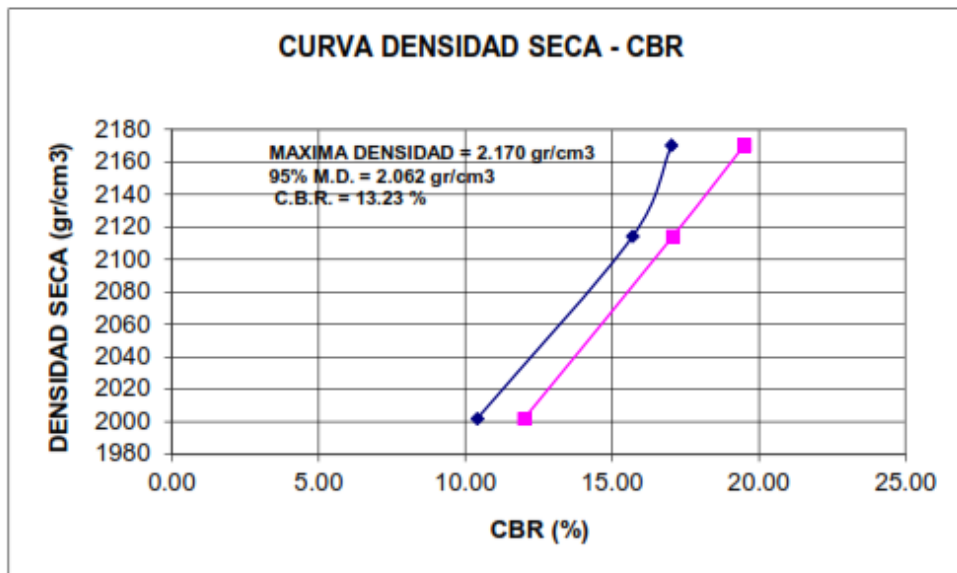
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	170.2	17.02
0.2"	292.4	19.5
0.1"	157.0	15.7
0.2"	256.1	17.07
0.1"	104.1	10.41
0.2"	180.1	12.01

Densidad Seca(gr/cm ³)	2002	2114	2170	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	10.41	15.7	17.02
	0.2"	12.01	17.07	19.50



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE**

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV.

FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL

Y LA AV. TÚPAC AMARU"

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-4**

PROFUND.: **1.20 m.**

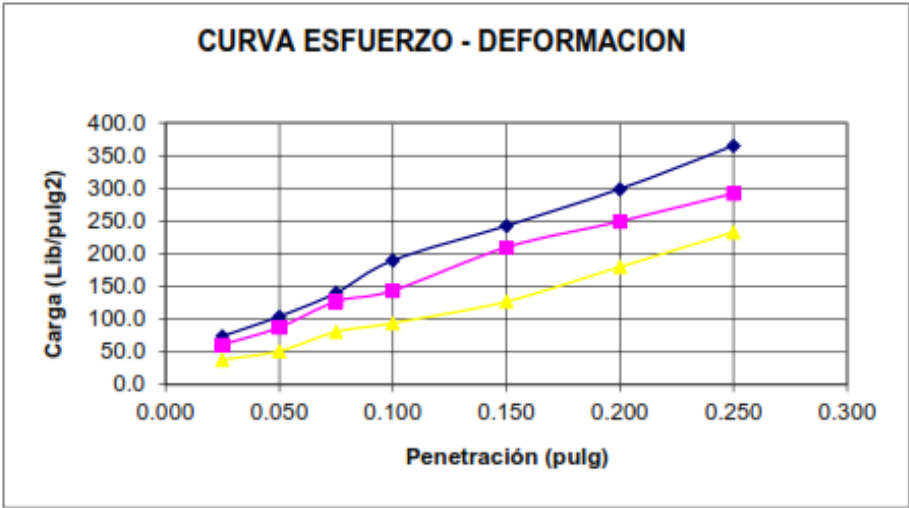
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9105	9555	8900	9170	8725	8930
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4930	5380	4725	4995	4550	4755
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.329	2.541	2.232	2.359	2.149	2.246
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.163	2.100	2.105	1.987	1.986	1.833
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	41	42.3	40	41.75	42.1	39.85
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	335.22	462.12	425.16	574.21	394.26	458.49
8	TARA +SUELO SECO gr.	314.29	389.16	403.27	490.16	367.57	381.46
9	PESO DEL AGUA gr.	20.93	72.96	21.89	84.05	26.69	77.03
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	273.29	346.86	363.27	448.41	325.47	341.61
11	CONT. DE HUMEDAD %	7.66	21.03	6.03	18.74	8.20	22.55

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES				COMP. 25 GOLPES				COMP. 13 GOLPES			
	LECTURA				LECTURA				LECTURA			
	DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2		DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2		DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2	
0.025	17	223.1	74.4		13	183.5	61.2		6	114.1	38.0	
0.050	26	312.3	104.1		21	262.8	87.6		10	153.7	51.2	
0.075	37	421.4	140.5		33	381.7	127.2		19	242.9	81.0	
0.100	52	570.0	190.0		38	431.3	143.8		23	282.6	94.2	
0.150	68	728.6	242.9		58	629.5	209.8		33	381.7	127.2	
0.200	85	897.1	299.0		70	748.4	249.5		49	540.3	180.1	
0.250	105	1095.4	365.1		83	877.3	292.4		65	698.9	233.0	

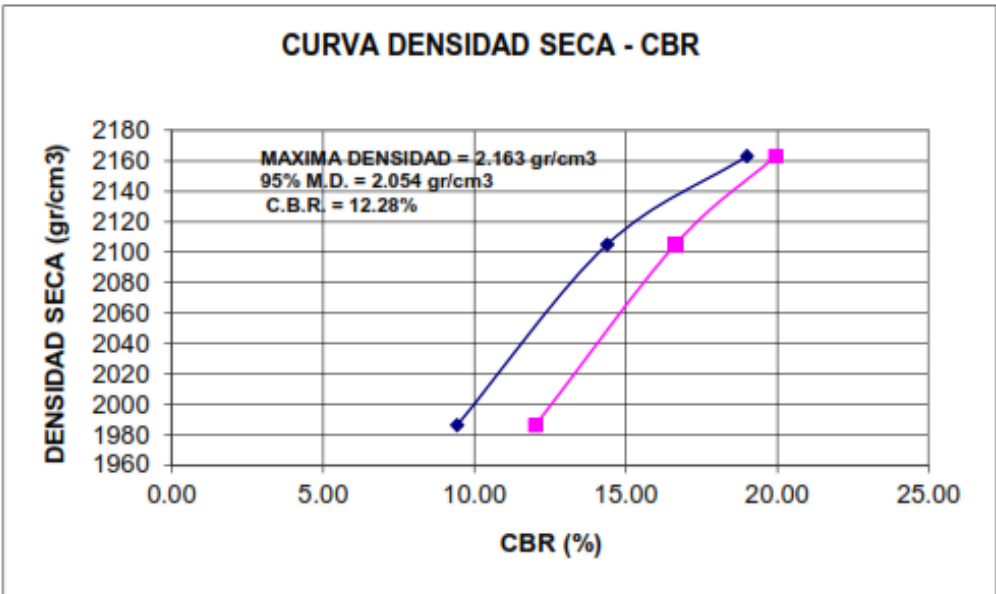
EXPANSIÓN

HORAS	COMP. 56 GOLPES			COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	190.0	19
0.2"	299.0	19.94
0.1"	143.8	14.38
0.2"	249.5	16.63
0.1"	94.2	9.42
0.2"	180.1	12.01

Densidad Seca (gr/cm ³)	1986	2105	2163
Numero de Golpes	13	25	56
C.B.R	0.1"	9.42	14.38
	0.2"	12.01	16.63



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-5**

PROFUND.: **1.00 m.**

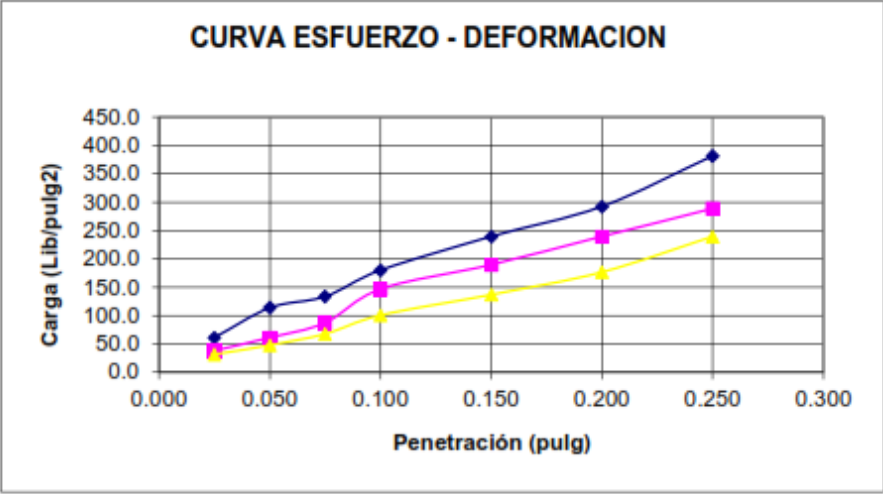
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9090	9455	8805	9150	8720	8930
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4915	5280	4630	4975	4545	4755
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.322	2.494	2.187	2.350	2.147	2.246
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.149	2.034	2.078	1.967	1.993	1.893
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	40.32	37.52	40	37.97	40	38.5
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	316.02	395.46	352.49	427.46	375.15	502.46
8	TARA +SUELO SECO gr.	295.46	329.44	336.94	363.97	351.08	429.61
9	PESO DEL AGUA gr.	20.56	66.02	15.55	63.49	24.07	72.85
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	255.14	291.92	296.94	326.00	311.08	391.11
11	CONT. DE HUMEDAD %	8.06	22.62	5.24	19.48	7.74	18.63

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES			COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA			LECTURA			LECTURA		
	DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2	DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2	DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2
0.025	13	183.5	61.2	6	114.1	38.0	4	94.3	31.4
0.050	29	342.1	114.0	13	183.5	61.2	9	143.8	47.9
0.075	35	401.5	133.8	21	262.8	87.6	15	203.3	67.8
0.100	49	540.3	180.1	39	441.2	147.1	25	302.4	100.8
0.150	67	718.7	239.6	52	570.0	190.0	36	411.4	137.1
0.200	83	877.3	292.4	67	718.7	239.6	48	530.4	176.8
0.250	110	1144.9	381.6	82	867.4	289.1	67	718.7	239.6

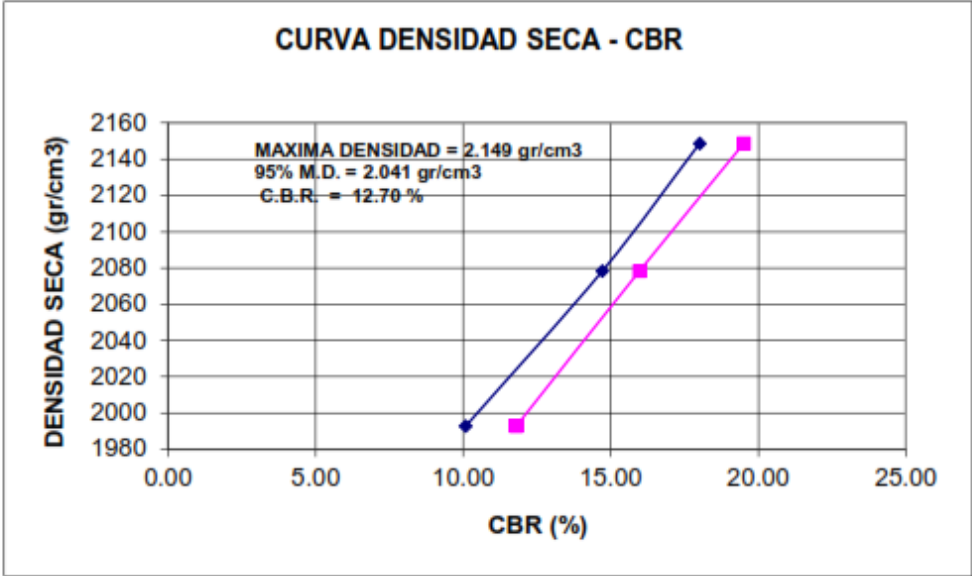
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	180.1	18.01
0.2"	292.4	19.5
0.1"	147.1	14.71
0.2"	239.6	15.97
0.1"	100.8	10.08
0.2"	176.8	11.79

Densidad Seca (gr/cm ³)	1993	2078	2149	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	10.08	14.71	18.01
	0.2"	11.79	15.97	19.5



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-6**

PROFUND.: **1.30 m.**

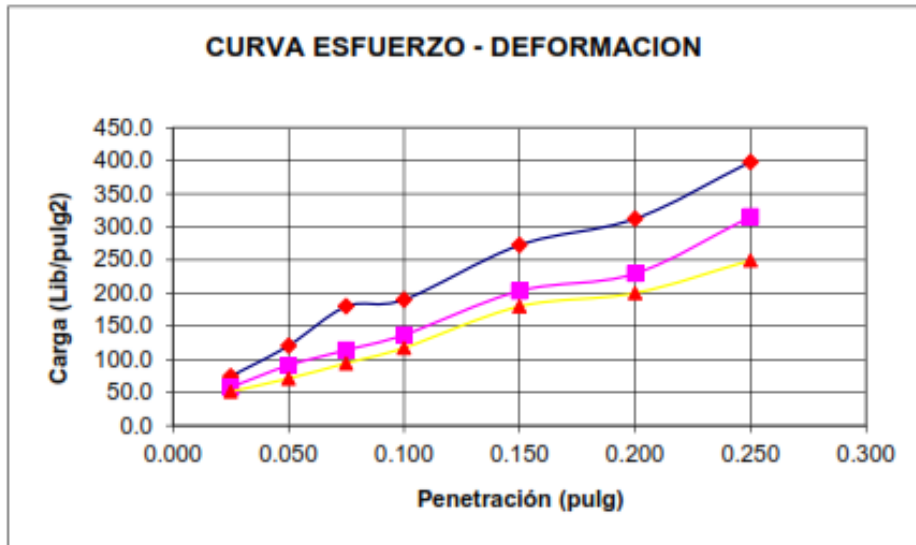
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9125	9575	9030	9325	8855	9130
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4950	5400	4855	5150	4680	4955
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.338	2.551	2.293	2.433	2.211	2.341
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.181	2.076	2.117	2.013	2.057	1.937
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	40.00	36.80	40.00	37.97	40.00	38.50
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	351.24	457.82	316.39	426.55	310.46	391.25
8	TARA +SUELO SECO gr.	330.29	379.51	295.11	359.52	291.64	330.49
9	PESO DEL AGUA gr.	20.95	78.31	21.28	67.03	18.82	60.76
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	290.29	342.71	255.11	321.55	251.64	291.99
11	CONT. DE HUMEDAD %	7.22	22.85	8.34	20.85	7.48	20.81

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES				COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA				LECTURA			LECTURA		
	DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2		DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2	DIAL	LIBRAS	Libs./Pulg.2
0.025	17	223.1	74.4	12	173.6	57.9	10	153.7	51.2	
0.050	31	361.9	120.6	22	272.7	90.9	16	213.2	71.1	
0.075	49	540.3	180.1	29	342.1	114.0	23	282.6	94.2	
0.100	52	570.0	190.0	36	411.4	137.1	30	352.0	117.3	
0.150	77	817.8	272.6	56	609.7	203.2	49	540.3	180.1	
0.200	89	936.8	312.3	64	689.0	229.7	55	599.8	199.9	
0.250	115	1194.5	398.2	90	946.7	315.6	70	748.4	249.5	

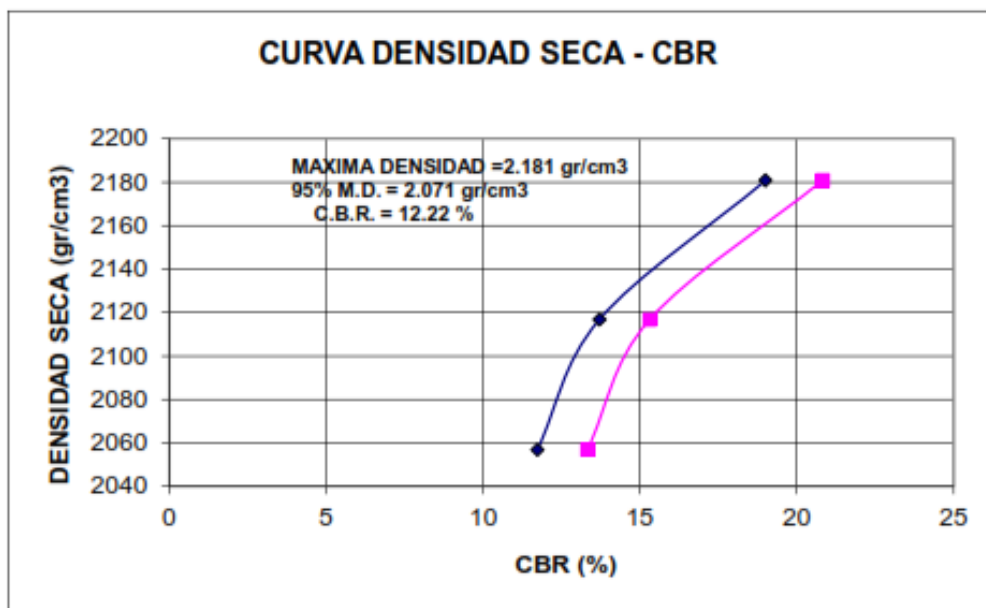
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	190.0	19
0.2"	312.3	20.82
0.1"	137.1	13.71
0.2"	229.7	15.31
0.1"	117.3	11.73
0.2"	199.9	13.33

Densidad Seca (gr/cm ³)	2057	2117	2181	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	11.73	13.71	19
	0.2"	13.33	15.31	20.82



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-7**

PROFUND.: **1.30 m.**

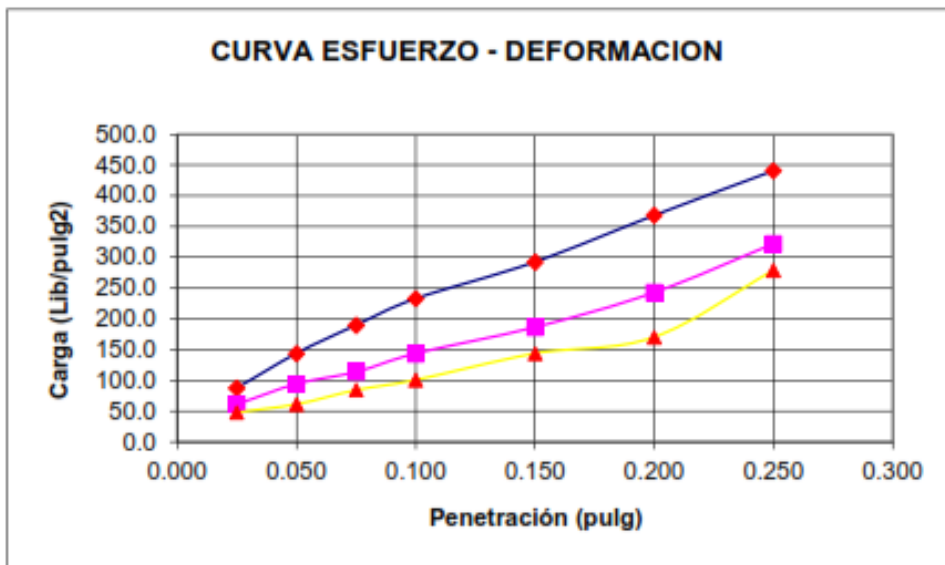
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9070	9425	8930	9200	8610	9035
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4895	5250	4755	5025	4435	4860
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.312	2.480	2.246	2.374	2.095	2.296
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.164	2.072	2.092	1.960	1.968	1.903
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	41.20	40.50	43.20	40.50	41.20	40.60
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	385.60	435.10	390.00	440.58	401.25	463.10
8	TARA +SUELO SECO gr.	363.46	370.16	366.16	370.82	379.40	390.90
9	PESO DEL AGUA gr.	22.14	64.94	23.84	69.76	21.85	72.20
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	322.26	329.66	322.96	330.32	338.20	350.30
11	CONT. DE HUMEDAD %	6.87	19.70	7.38	21.12	6.46	20.61

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES				COMP. 25 GOLPES				COMP. 13 GOLPES			
	LECTURA DIAL	LIBRAS		Libs./Pulg.2	LECTURA DIAL	LIBRAS		Libs./Pulg.2	LECTURA DIAL	LIBRAS		Libs./Pulg.2
		LIBRAS	Libs./Pulg.2			LIBRAS	Libs./Pulg.2			LIBRAS	Libs./Pulg.2	
0.025	21	262.8	87.6	13	183.5	61.2	9	143.8	47.9			
0.050	38	431.3	143.8	23	282.6	94.2	13	183.5	61.2			
0.075	52	570.0	190.0	29	342.1	114.0	20	252.9	84.3			
0.100	65	698.9	233.0	38	431.3	143.8	25	302.4	100.8			
0.150	83	877.3	292.4	51	560.1	186.7	38	431.3	143.8			
0.200	106	1105.3	368.4	68	728.6	242.9	46	510.6	170.2			
0.250	128	1323.3	441.1	92	966.5	322.2	79	837.6	279.2			

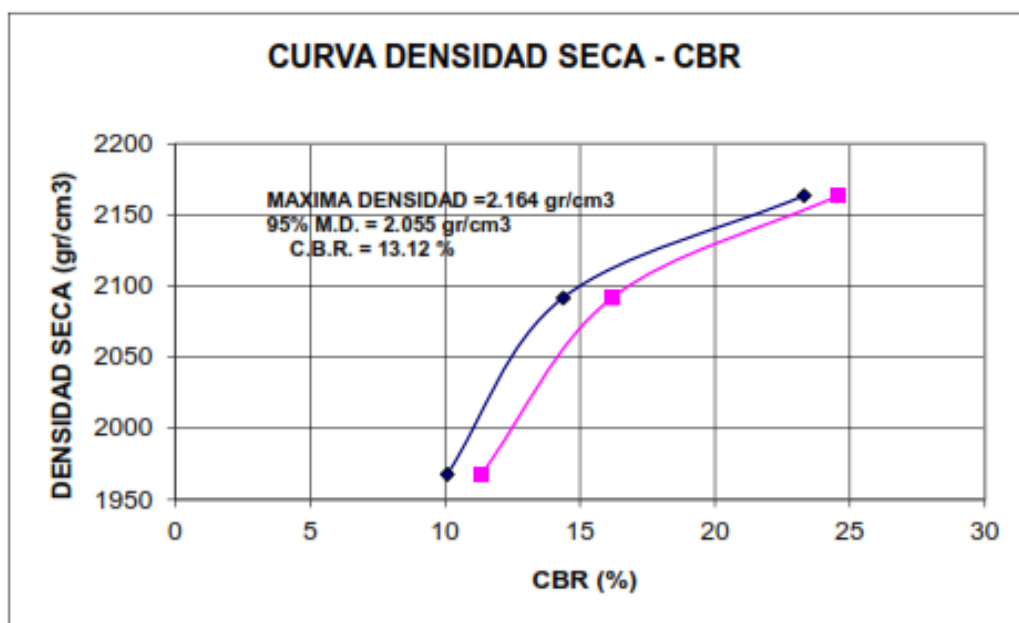
EXPANSIÓN

HORAS	COMP. 56 GOLPES			COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	233.0	23.3
0.2"	368.4	24.56
0.1"	143.8	14.38
0.2"	242.9	16.19
0.1"	100.8	10.08
0.2"	170.2	11.35

Densidad Seca(gr/cm3)	1968	2092	2164	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	10.08	14.38	23.3
	0.2"	11.35	16.19	24.56



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-8**

PROFUND.: **1.20 m.**

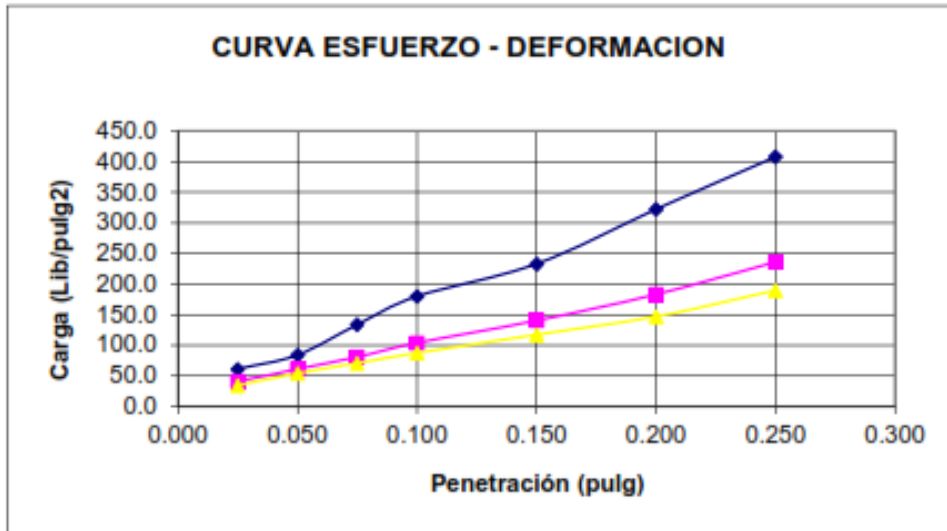
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9060	9605	8935	9225	8620	8885
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4885	5430	4760	5050	4445	4710
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.308	2.565	2.248	2.385	2.100	2.225
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.158	2.092	2.069	1.986	1.959	1.848
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	40	36.8	40	37.97	40	38.5
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	402.16	483.7	410.79	488.38	403.28	474.78
8	TARA +SUELO SECO gr.	378.62	401.32	381.2	413.02	379	400.95
9	PESO DEL AGUA gr.	23.54	82.38	29.59	75.36	24.28	73.83
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	338.62	364.52	341.20	375.05	339.00	362.45
11	CONT. DE HUMEDAD %	6.95	22.60	8.67	20.09	7.16	20.37

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES				COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA DIAL	LECTURA		LECTURA DIAL	LECTURA		LECTURA DIAL	LECTURA		
		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2	
0.025	13	183.5	61.2	7	124.0	41.3	5	104.2	34.7	
0.050	20	252.9	84.3	13	183.5	61.2	11	163.7	54.6	
0.075	35	401.5	133.8	19	242.9	81.0	16	213.2	71.1	
0.100	49	540.3	180.1	26	312.3	104.1	21	262.8	87.6	
0.150	65	698.9	233.0	37	421.4	140.5	30	352.0	117.3	
0.200	92	966.5	322.2	50	550.2	183.4	39	441.2	147.1	
0.250	118	1224.2	408.1	66	708.8	236.3	52	570.0	190.0	

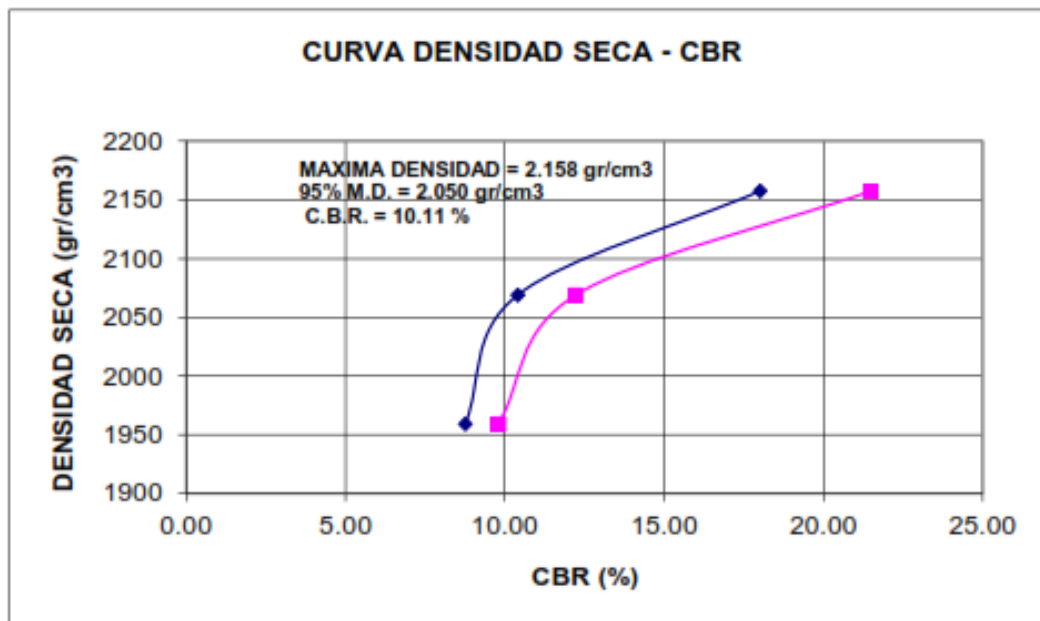
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	180.1	18.01
0.2"	322.2	21.48
0.1"	104.1	10.41
0.2"	183.4	12.23
0.1"	87.6	8.76
0.2"	147.1	9.8

Densidad Seca (gr/cm ³)	1959	2069	2158	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	8.76	10.41	18.01
	0.2"	9.8	12.23	21.48



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-9**

PROFUND.: **1.20 m.**

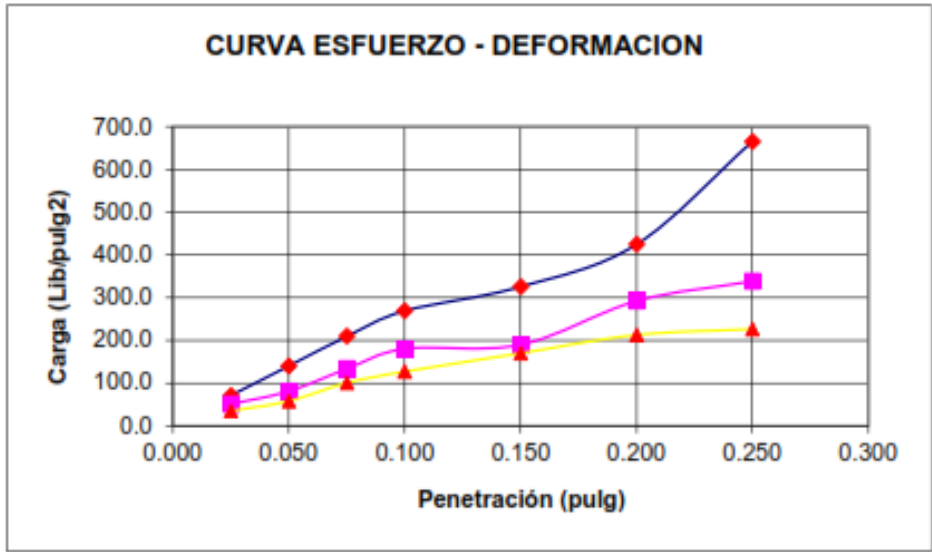
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE +MUESTRA gr.	9105	9520	9015	9345	8853	9260
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4930	5345	4840	5170	4678	5085
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.329	2.525	2.286	2.442	2.210	2.402
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.191	2.080	2.142	2.036	2.068	1.955
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	38.51	40.25	35.60	42.10	39.50	38.35
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	332.64	410.51	372.16	458.94	316.28	452.79
8	TARA +SUELO SECO gr.	315.29	345.22	350.94	389.54	298.51	375.66
9	PESO DEL AGUA gr.	17.35	65.29	21.22	69.40	17.77	77.13
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	276.78	304.97	315.34	347.44	259.01	337.31
11	CONT. DE HUMEDAD %	6.27	21.41	6.73	19.97	6.86	22.87

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES			COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA DIAL	LIBRAS		LECTURA DIAL	LIBRAS		LECTURA DIAL	LIBRAS	
		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2
0.025	16	213.2	71.1	10	153.7	51.2	5	104.2	34.7
0.050	37	421.4	140.5	19	242.9	81.0	12	173.6	57.9
0.075	58	629.5	209.8	35	401.5	133.8	25	302.4	100.8
0.100	76	807.9	269.3	49	540.3	180.1	33	381.7	127.2
0.150	93	976.4	325.5	52	570.0	190.0	46	510.6	170.2
0.200	123	1273.8	424.6	83	877.3	292.4	59	639.4	213.1
0.250	196	1997.3	665.8	97	1016.1	338.7	63	679.1	226.4

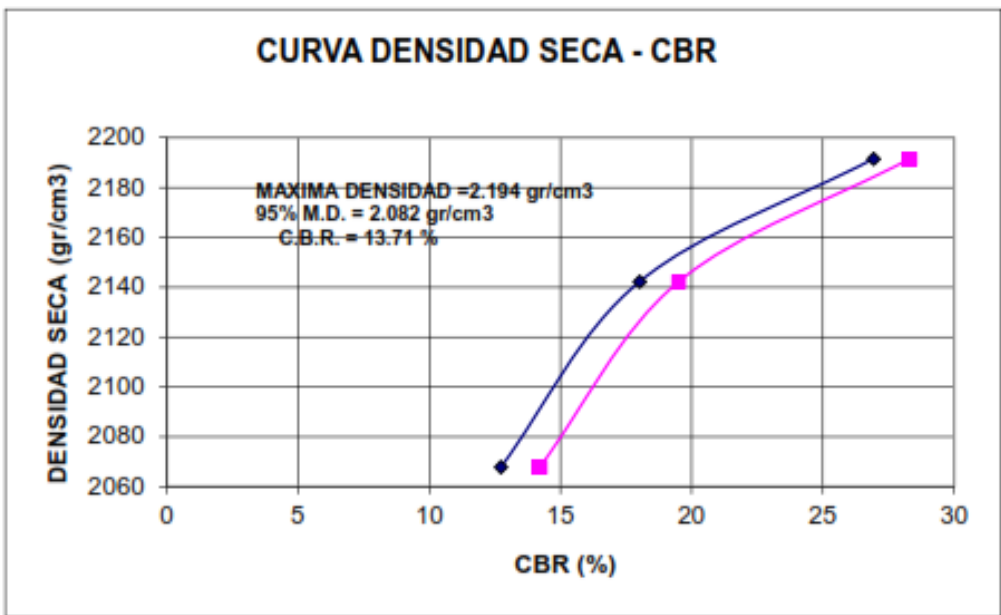
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	269.3	26.93
0.2"	424.6	28.31
0.1"	180.1	18.01
0.2"	292.4	19.5
0.1"	127.2	12.72
0.2"	213.1	14.21

Densidad Seca (gr/cm ³)	2068	2142	2191	
Numero de Golpes	13	25	56	
C.B.R	0.1"	12.72	18.01	26.93
	0.2"	14.21	19.5	28.31



ENSAYO DE CBR

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-10**

PROFUND.: **1.20 m.**

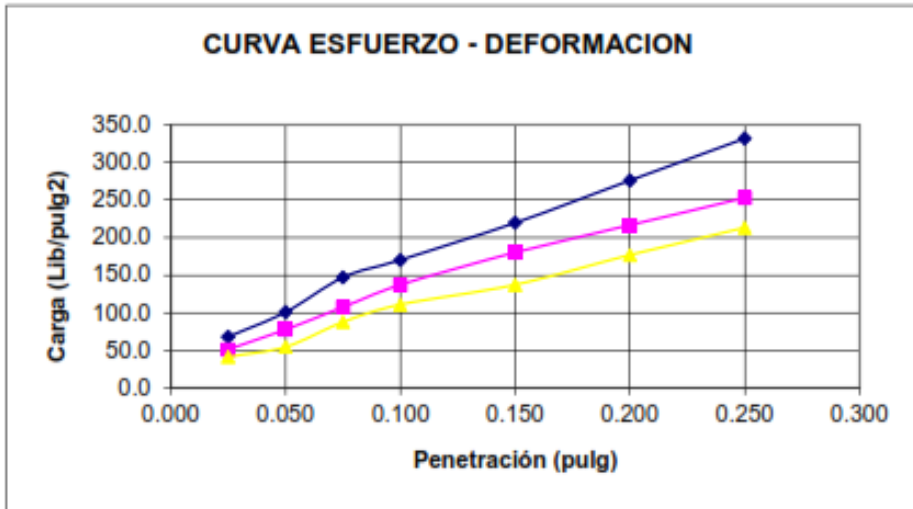
	DETERMINACION	COMP. 56 GOLPES		COMP. 25 GOLPES		COMP. 13 GOLPES	
		MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO	MOLDEO	SATURADO
1	PESO MOLDE + MUESTRA gr.	9020	9450	8940	9260	8715	8945
2	PESO DEL MOLDE gr.	4175	4175	4175	4175	4175	4175
3	PESO DE LA MUESTRA gr.	4845	5275	4765	5085	4540	4770
4	DENSIDAD HUMEDA gr./cc.	2.289	2.492	2.251	2.402	2.145	2.253
5	DENSIDAD SECA gr./cc.	2.165	2.086	2.075	1.999	2.011	1.877
CONTENIDO DE HUMEDAD							
6	PESO DE LA TARA gr.	41	42.1	40.55	39.6	40.758	41.2
7	TARA+SUELO HUMEDO gr.	362.49	428.51	310.25	400.78	351.06	502.64
8	TARA +SUELO SECO gr.	345.19	365.66	289.13	340.16	331.67	425.59
9	PESO DEL AGUA gr.	17.30	62.85	21.12	60.62	19.39	77.05
10	PESO DEL SUELO SECO gr.	304.19	323.56	248.58	300.56	290.91	384.39
11	CONT. DE HUMEDAD %	5.69	19.42	8.50	20.17	6.67	20.04

PENETRACION

PENET. PUL- GADAS	COMP. 56 GOLPES			COMP. 25 GOLPES			COMP. 13 GOLPES		
	LECTURA DIAL	LECTURA		LECTURA DIAL	LECTURA		LECTURA DIAL	LECTURA	
		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2		LIBRAS	Libs./Pulg.2
0.025	15	203.3	67.8	10	153.7	51.2	7	124.0	41.3
0.050	25	302.4	100.8	18	233.0	77.7	11	163.7	54.6
0.075	39	441.2	147.1	27	322.2	107.4	21	262.8	87.6
0.100	46	510.6	170.2	36	411.4	137.1	28	332.2	110.7
0.150	61	659.2	219.7	49	540.3	180.1	36	411.4	137.1
0.200	78	827.7	275.9	60	649.3	216.4	48	530.4	176.8
0.250	95	996.2	332.1	71	758.4	252.8	59	639.4	213.1

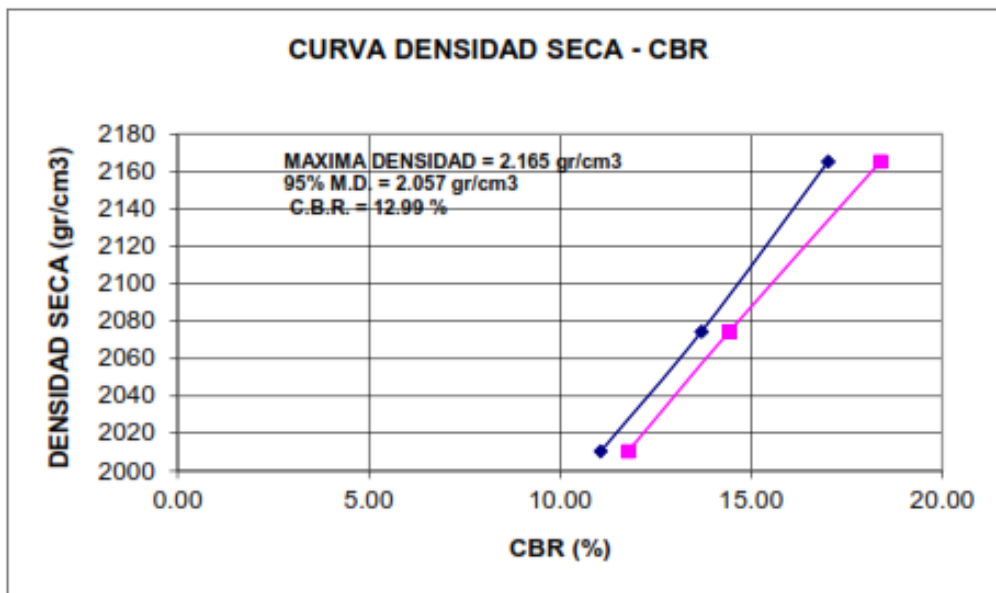
EXPANSIÓN

HORAS	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%	L. DIAL	mm.	%
0.00	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
96.00	0	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0.0



Carga Unitaria	Lbs/plg ²	C.B.R (%)
0.1"	170.2	17.02
0.2"	275.9	18.39
0.1"	137.1	13.71
0.2"	216.4	14.43
0.1"	110.7	11.07
0.2"	176.8	11.79

Densidad Seca (gr/cm ³)	2011	2075	2165
Numero de Golpes	13	25	56
C.B.R	0.1"	11.07	13.71
	0.2"	11.79	14.43



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C-1**

PROCTOR MODIFICADO

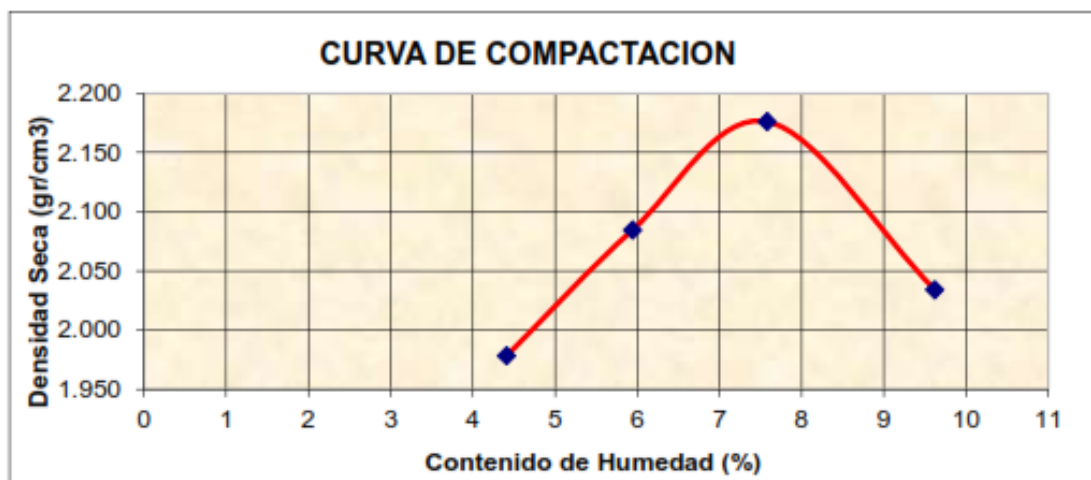
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3940	4075	4200	4095
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1950	2085	2210	2105
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.066	2.209	2.341	2.230
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.978	2.085	2.176	2.034

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	18.5	18.1	18.4	18
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	76.5	82.45	76.3	92.54
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	74.05	78.84	72.22	86
PESO DEL AGUA	gr.	2.45	3.61	4.08	6.54
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.55	60.74	53.82	68.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.41	5.94	7.58	9.62

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : **7.4 %**

DENSIDAD MAXIMA : **2.17 (gr/cm3)**



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C - 2**

PROCTOR MODIFICADO

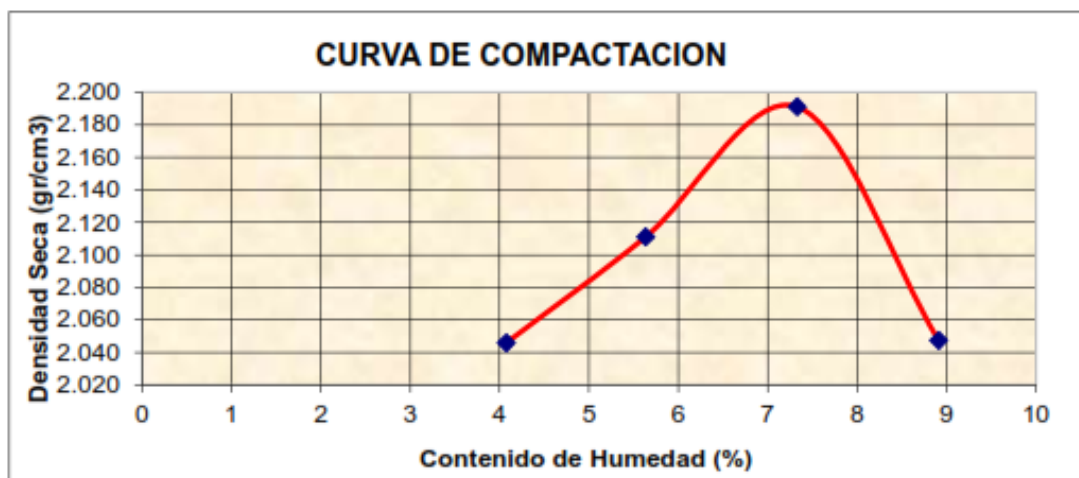
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	4000	4095	4210	4095
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	2010	2105	2220	2105
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.129	2.230	2.352	2.230
DENSIDAD SECA	gr./cc.	2.046	2.111	2.191	2.047

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	18.4	18	18.3	18.2
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	76.35	83.45	92.1	91.65
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	74.08	79.96	87.06	85.64
PESO DEL AGUA	gr.	2.27	3.49	5.04	6.01
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.68	61.96	68.76	67.44
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.08	5.63	7.33	8.91

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : 7.1 %

DENSIDAD MAXIMA : 2.18 gr/cm³



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C - 3**

PROCTOR MODIFICADO

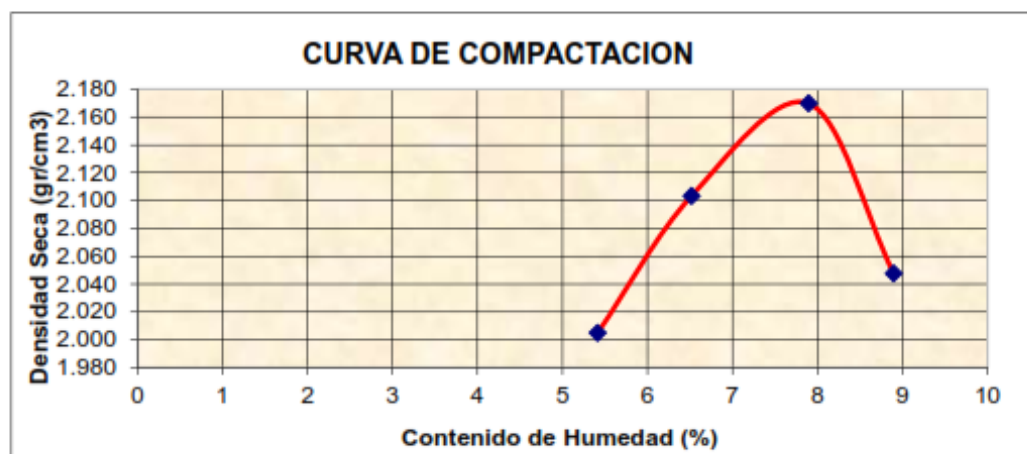
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3985	4105	4200	4095
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1995	2115	2210	2105
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.113	2.240	2.341	2.230
DENSIDAD SECA	gr./cc.	2.005	2.103	2.170	2.048

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	18.3	18.1	18.5	19
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	76.54	82.16	92.45	90.01
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	73.55	78.24	87.04	84.21
PESO DEL AGUA	gr.	2.99	3.92	5.41	5.80
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.25	60.14	68.54	65.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.41	6.52	7.89	8.89

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : **7.7 %**

DENSIDAD MAXIMA : **2.17 gr/cm3**



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C - 4**

PROCTOR MODIFICADO

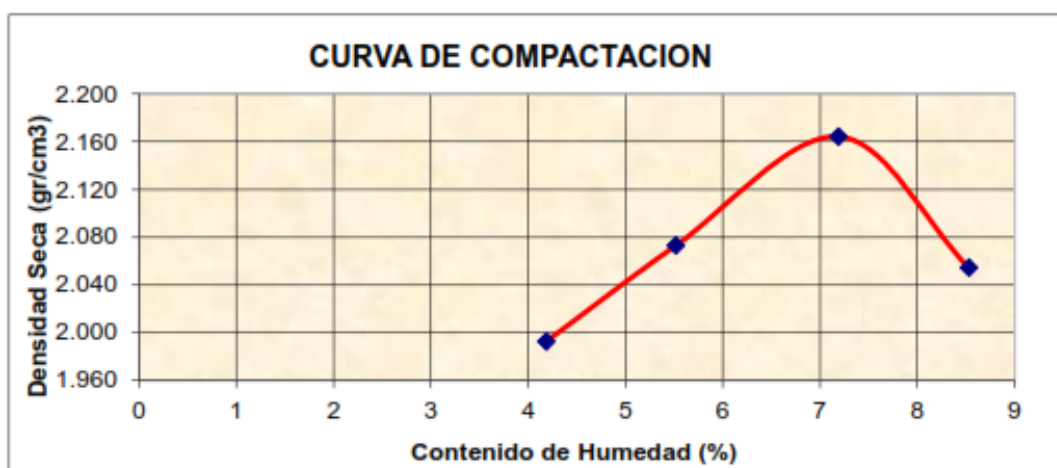
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3950	4055	4180	4095
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1960	2065	2190	2105
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.076	2.188	2.320	2.230
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.993	2.073	2.164	2.055

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	19.1	18.6	18.5	18
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	85.3	83.24	75.16	79.34
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	82.64	79.86	71.36	74.52
PESO DEL AGUA	gr.	2.66	3.38	3.80	4.82
PESO DEL SUELO SECO	gr.	63.54	61.26	52.86	56.52
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.19	5.52	7.19	8.53

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : 7.2 %

DENSIDAD MAXIMA : 2.16 (gr/cm3)



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C - 5**

PROCTOR MODIFICADO

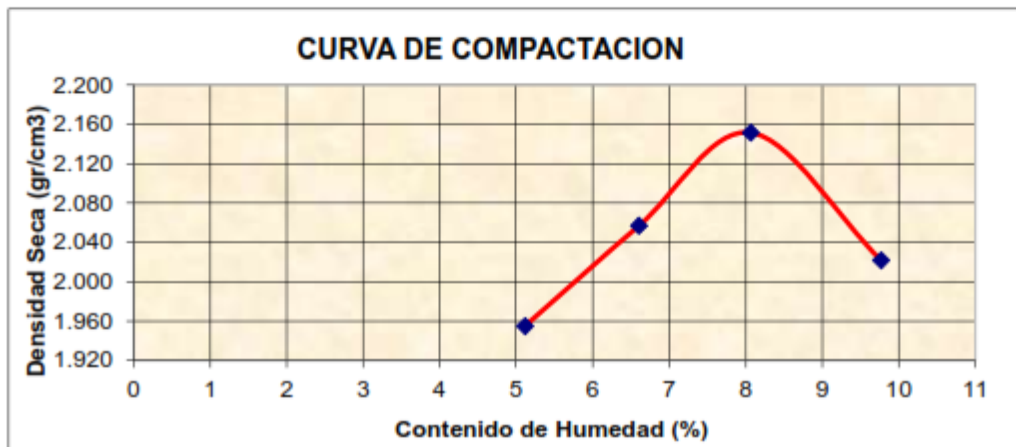
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3930	4060	4185	4085
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1940	2070	2195	2095
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.055	2.193	2.325	2.219
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.955	2.057	2.152	2.022

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	19.05	19.05	19.05	19.05
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	89.34	91.85	87.24	91.74
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	85.92	87.34	82.15	85.27
PESO DEL AGUA	gr.	3.42	4.51	5.09	6.47
PESO DEL SUELO SECO	gr.	66.87	68.29	63.10	66.22
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.11	6.60	8.07	9.77

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : **8.00%**

DENSIDAD MAXIMA : **2.15 (gr/cm³)**



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C - 6**

PROCTOR MODIFICADO

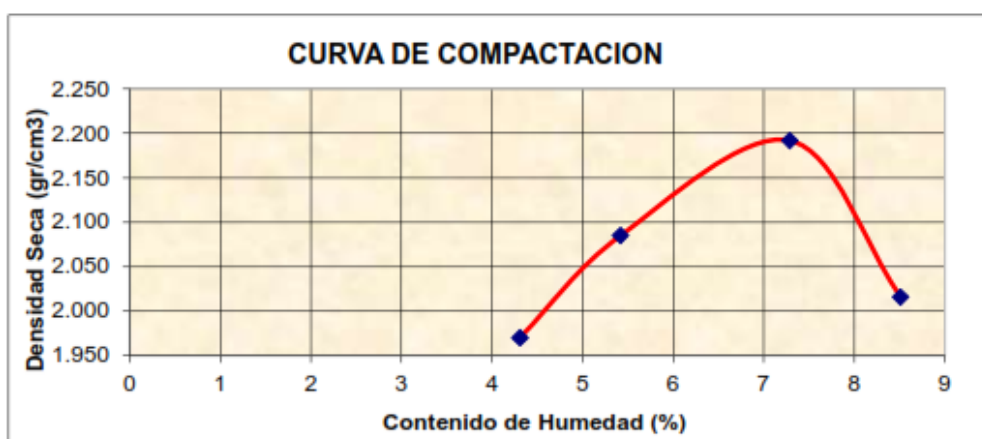
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3930	4065	4210	4055
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1940	2075	2220	2065
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.055	2.198	2.352	2.188
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.970	2.085	2.192	2.016

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	19.02	19.02	19	19.05
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	85.6	80.3	90.4	92.1
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	82.85	77.15	85.55	86.37
PESO DEL AGUA	gr.	2.75	3.15	4.85	5.73
PESO DEL SUELO SECO	gr.	63.83	58.13	66.55	67.32
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.31	5.42	7.29	8.51

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : **7.2 %**

DENSIDAD MAXIMA : **2.18 gr/cm3**)



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**
BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022** CALICATA : **C-7**

PROCTOR MODIFICADO

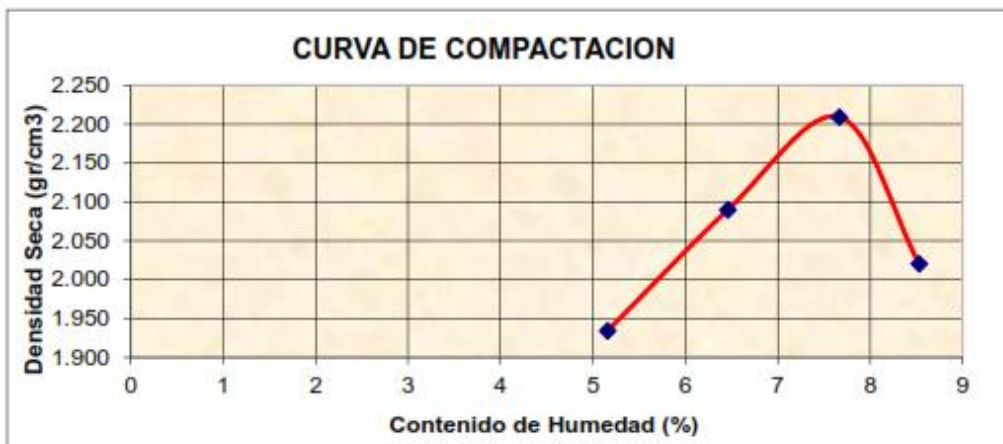
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3910	4090	4235	4060
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1920	2100	2245	2070
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.034	2.225	2.378	2.193
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.934	2.090	2.209	2.020

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	18.8	19.1	18.7	18.8
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	84.25	85.36	79.94	83.31
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	81.04	81.34	75.58	78.24
PESO DEL AGUA	gr.	3.21	4.02	4.36	5.07
PESO DEL SUELO SECO	gr.	62.24	62.24	56.88	59.44
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.16	6.46	7.67	8.53

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : **7.6 %**

DENSIDAD MAXIMA : **2.16 (gr/cm3)**



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA : **C - 8**

PROCTOR MODIFICADO

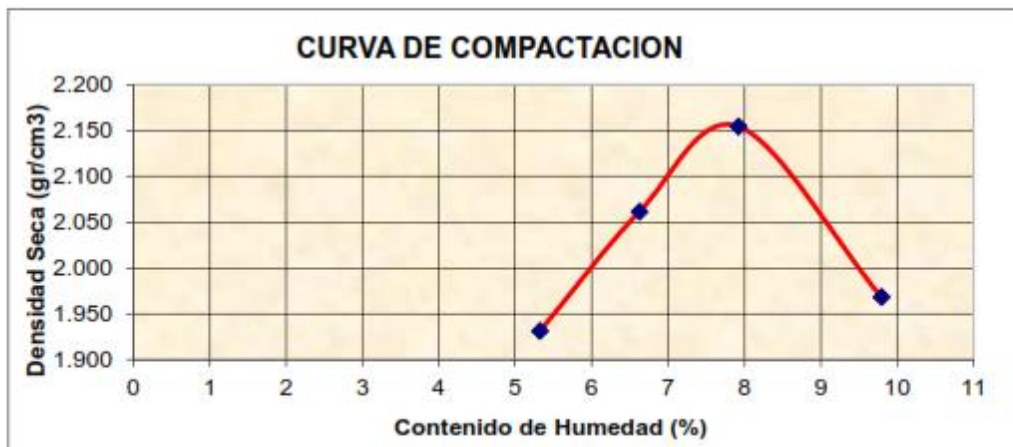
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3910	4065	4185	4030
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1920	2075	2195	2040
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.034	2.198	2.325	2.161
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.931	2.062	2.155	1.968

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	18.7	18.35	19	18.95
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	95.1	86.26	94.05	90.25
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	91.24	82.04	88.54	83.89
PESO DEL AGUA	gr.	3.86	4.22	5.51	6.36
PESO DEL SUELO SECO	gr.	72.54	63.69	69.54	64.94
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.32	6.63	7.92	9.79

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : 7.7 %

DENSIDAD MAXIMA : 2.15 gr/cm3)



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C-9**

PROCTOR MODIFICADO

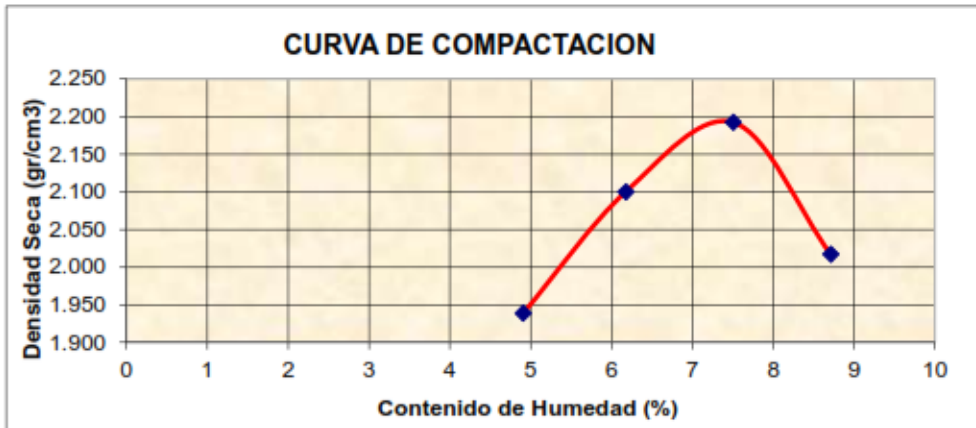
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3910	4095	4215	4060
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1920	2105	2225	2070
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.034	2.230	2.357	2.193
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.939	2.100	2.192	2.017

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	18.65	17.35	18.1	17.24
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	84.95	85.94	81.25	84
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	81.85	81.95	76.84	78.65
PESO DEL AGUA	gr.	3.10	3.99	4.41	5.35
PESO DEL SUELO SECO	gr.	63.20	64.60	58.74	61.41
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.91	6.18	7.51	8.71

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : 7.4 %

DENSIDAD MAXIMA : 2.19 (gr/cm³)



PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU"**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CALICATA: **C - 10**

PROCTOR MODIFICADO

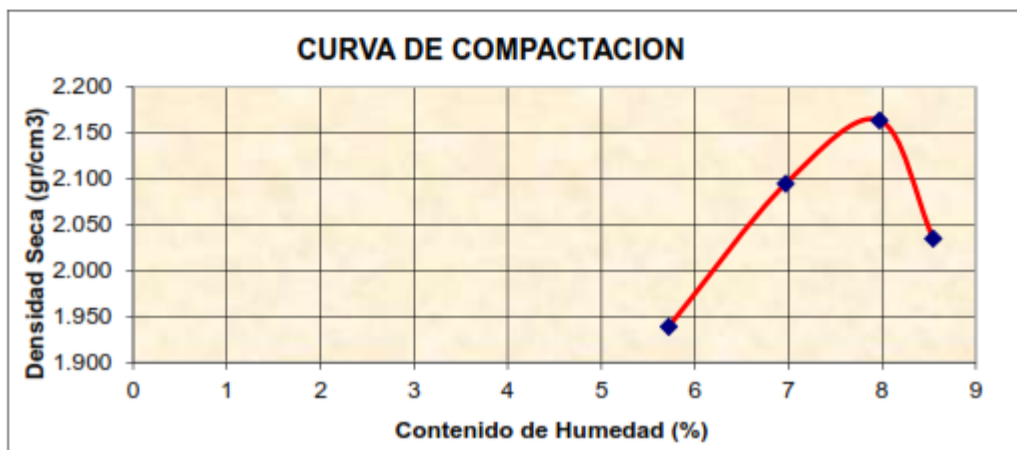
DETERMINACION	Nº	1	2	3	4
PESO MOLDE +MUESTRA	gr.	3925	4105	4195	4075
PESO DEL MOLDE	gr.	1990	1990	1990	1990
PESO DE LA MUESTRA	gr.	1935	2115	2205	2085
DENSIDAD HUMEDA	gr./cc.	2.050	2.240	2.336	2.209
DENSIDAD SECA	gr./cc.	1.939	2.094	2.163	2.035

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARA	Nº	I	II	III	IV
PESO DE LA TARA	gr.	18.75	19.1	19.65	17.28
PESO TARA+SUELO HUMEDO	gr.	92.13	95.23	94.57	82.45
PESO TARA +SUELO SECO	gr.	88.16	90.27	89.04	77.32
PESO DEL AGUA	gr.	3.97	4.96	5.53	5.13
PESO DEL SUELO SECO	gr.	69.41	71.17	69.39	60.04
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.72	6.97	7.97	8.54

CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO : **7.8 %**

DENSIDAD MAXIMA : **2.16 gr/cm3)**



SOLICITANTE: **BR. BAZÁN ALAYO CLAUDIA FERNANDA**

BR. TUCTO LÓPEZ CRISTHIAN PATRICK

PROYECTO: **“EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU”**

FECHA: **ENERO DEL 2022**

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

Calicata N° :	1	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	1	2
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	179.00	180.00
Peso del recipiente + sales (gr)	117.50	117.52
Peso de la sal (gr)	0.60	0.62
Contenido de Sales (%)	0.97	0.98
Contenido Promedio de Sales (%)	0.97	

Calicata N° :	2	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	3	4
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	180.00	179.27
Peso del recipiente + sales (gr)	117.48	117.53
Peso de la sal (gr)	0.58	0.63
Contenido de Sales (%)	0.92	1.01
Contenido Promedio de Sales (%)	0.96	

Calicata N° :	3	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	5	6
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	181.00	179.00
Peso del recipiente + sales (gr)	117.45	117.53
Peso de la sal (gr)	0.55	0.63
Contenido de Sales (%)	0.86	1.01
Contenido Promedio de Sales (%)	0.94	

Calicata N° :	4	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	7	8
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	180.00	179.25
Peso del recipiente + sales (gr)	117.54	117.53
Peso de la sal (gr)	0.64	0.63
Contenido de Sales (%)	1.01	1.01
Contenido Promedio de Sales (%)	1.01	

Calicata N° :	5	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	9	10
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	178.14	177.00
Peso del recipiente + sales (gr)	117.49	117.51
Peso de la sal (gr)	0.59	0.61
Contenido de Sales (%)	0.96	1.01
Contenido Promedio de Sales (%)	0.99	

Calicata N° :	6	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	11	12
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	181.20	180.00
Peso del recipiente + sales (gr)	117.59	117.57
Peso de la sal (gr)	0.69	0.67
Contenido de Sales (%)	1.07	1.06
Contenido Promedio de Sales (%)	1.07	

Calicata N° :	7	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	13	14
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	178.65	177.92
Peso del recipiente + sales (gr)	117.48	117.46
Peso de la sal (gr)	0.58	0.56
Contenido de Sales (%)	0.94	0.92
Contenido Promedio de Sales (%)	0.93	

Calicata N° :	8	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	15	16
Peso del recipiente vacío (gr)	116.87	116.94
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	179.68	181.20
Peso del recipiente + sales (gr)	117.50	117.56
Peso de la sal (gr)	0.63	0.62
Contenido de Sales (%)	1.00	0.96
Contenido Promedio de Sales (%)	0.98	

Calicata N° :	9	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	17	18
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	179.11	180.00
Peso del recipiente + sales (gr)	117.53	117.55
Peso de la sal (gr)	0.63	0.65
Contenido de Sales (%)	1.01	1.03
Contenido Promedio de Sales (%)	1.02	

Calicata N° :	10	
Profundidad :	2.00 m.	
Lata N° :	19	20
Peso del recipiente vacío (gr)	116.90	116.90
Peso recip.+ Peso agua destilada + sales (gr)	175.05	177.00
Peso del recipiente + sales (gr)	117.44	117.49
Peso de la sal (gr)	0.54	0.59
Contenido de Sales (%)	0.93	0.98
Contenido Promedio de Sales (%)	0.96	

ANEXO N°05: FOTOGRAFÍAS



Conteo vehicular en la intersección de la Av. Federico Villarreal y Av. César Vallejo



Conteo vehicular en la Av. Federico Villarreal cerca al mercado Hermelinda



Conteo vehicular en la Av. Federico Villarreal intersección con la Carretera Industrial



Conteo vehicular en la Av. Federico Villarreal intersección con Calle Juan de Corral



Fallas en el pavimento de la zona de estudio como ahuellamiento, hundimiento, agrietamiento, fisuras longitudinales, transversales, en bloques de severidad alta



Fallas en el pavimento en el tramo de la Av. Federico Villarreal y Prol. Unión tales como ahuellamiento, hundimiento, piel de cocodrilo, baches



Baches asfálticos de gran diámetro (severidad alta) en el tramo de la Av. Federico Villarreal cerca al mercado Hermelinda



Excavación de calicata en la zona de estudio



*Vista del perfil estratigráfico de la calicata **C-1**, nótese en la superficie el material de relleno conformado suelo orgánico, arena y algunas piedras. A continuación, se encontró un estrato de Arenas pobremente graduadas con pocos limos (**SP-SM**), de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el Nivel de aguas freáticas (NAF).*



*Vista del perfil estratigráfico de la calicata **C-2**, nótese en la superficie el material de relleno conformado suelo orgánico, arena y algunas piedras. A continuación, se encontró un estrato de Arenas pobremente graduadas con pocos limos (**SP-SM**), de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el Nivel de aguas freáticas (NAF).*



*Vista de la calicata **C-3**, nótese en la superficie el material de relleno conformado suelo orgánico, arena y algunas piedras. A continuación, se encontró un estrato de Arenas pobremente graduadas con pocos limos (**SP-SM**), de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el Nivel de aguas freáticas (NAF).*



Vista de la calicata **C-4**, nótese en la superficie el material de relleno conformado suelo orgánico, arena y algunas piedras. A continuación, se encontró un estrato de Arenas arcillosas (**SC**) de color marrón claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el Nivel de aguas freáticas (NAF).



Vista del perfil estratigráfico de la calicata **C-5**, nótese en la superficie el material de relleno conformado suelo orgánico, arena y algunas piedras. A continuación, se encontró un estrato de Arenas pobremente graduadas con pocos limos (**SP-SM**), de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el Nivel de aguas freáticas (NAF).



*Vista panorámica de la calicata **C-8**, nótese en la superficie el material de relleno conformado suelo orgánico, arena y algunas piedras. A continuación, se encontró un estrato de Arenas arcillosas (**SC**) de color marrón claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el Nivel de aguas freáticas (NAF).*



*Vista del perfil estratigráfico de la calicata **C-9**, nótese en la superficie el material de relleno conformado suelo orgánico, arena y algunas piedras. A continuación, se encontró un estrato de Arenas pobremente graduadas con pocos limos (**SP-SM**), de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el Nivel de aguas freáticas (NAF).*



*Vista del perfil estratigráfico de la calicata **C-10**, nótese en la superficie el material de relleno conformado suelo orgánico, arena y algunas piedras. A continuación, se encontró un estrato de Arenas pobremente graduadas con pocos limos (**SP-SM**), de color beige pardo a amarillo claro, de consistencia media y regular humedad. No se encontró el Nivel de aguas freáticas (NAF).*

ANEXO N°06: HOJA DE CÁLCULO DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Modificar datos: <input type="checkbox"/>	Cálculos automáticos: <input type="checkbox"/>	Resultados: <input checked="" type="checkbox"/>	
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)	5,820,011.11
Suelo de la subrasante		CBR =	12.64 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$M_r(\text{psi}) = 1500 \times \text{CBR}$	M _R (psi)=	18960.00
Tipo de tráfico	VERDADERO	Tipo:	TP8
Número de etapas		Etapas:	1
Nivel de confiabilidad		conf.	90.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		Z _R	-1.282
Desviación estandar combinado		S _o	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico		P _i	4.20
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		P _t	2.50
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		Δ PSI	1.70

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

Número estructural requerido	<input type="button" value="Calcular SN"/>	SNR=	3.250
------------------------------	--	------	-------

Coeficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico
0.170	0.052	0.047

Coeficientes de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

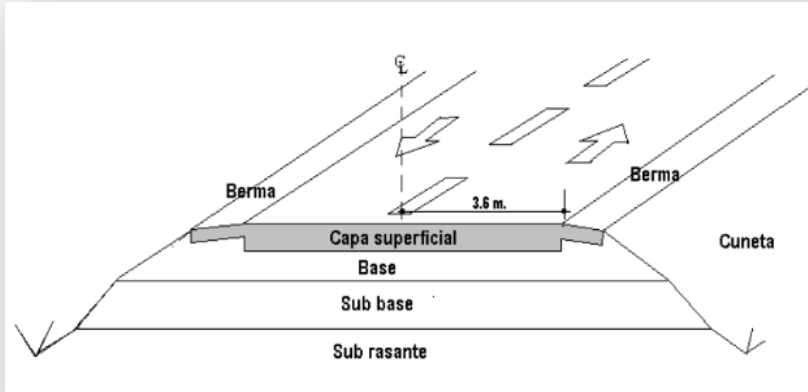
m2	m3
1	1

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

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
9 cm	15 cm	20 cm
Capa superficial	Base	SubBase

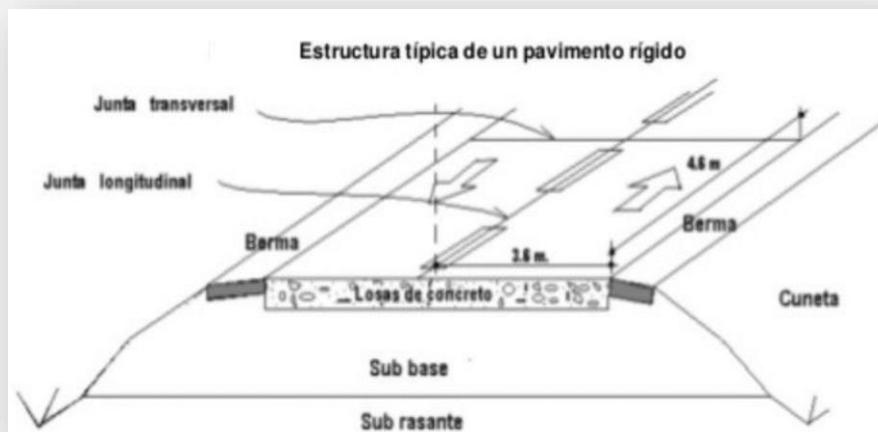
SNR (Requerido)	3.250	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	3.25	SI CUMPLE



ANEXO N°07: HOJA DE CÁLCULO DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO				
Modificar datos:	Cálculos automáticos	Resultados		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)	6,676,529.56	
CBR de la subrasante (%)		CBR =	12.64 %	
Resistencia del concreto (Kg/cm2)		(F'c)	300	
Módulo elástico del concreto (PSI)	$E = 57000x(fc)^2 ; (fc \text{ en PSI})$	Ec	3,723,365.48	
Resistencia media del concreto a flexo tracción a los 28 días(Kg/cm2)	$M_r = a\sqrt{f'c}$	Mr	42	
Modulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)		Ko	60.00	
CBR mínimo de la subbase (%)	VERDADERO	CBR(subB.) =	40.0 %	
CBR mínimo de la subbase - definido (%)		CBR DEF.	50.0 %	
Modulo de reacción de la subbase granular (Mpa/m)		K1(subB.) =	140.00	
Espesor de la subbase granular (cm) recomendado por la MTC		h=	15.00	
Coefficiente de reacción combinado (Mpa)	$K_c = \left(1 + \left(\frac{h}{38}\right)^2 x \left(\frac{K_1}{K_0}\right)^{\frac{2}{3}}\right)^{0.5} x K_0$	Kc	67.73	
Tipo de tráfico		Tipo:	TP8	
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico		Pi	4.30	
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		Pt	2.50	
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		Δ PSI	1.80	
Desviación estandar combinado		So	0.35	
Nivel de confiabilidad		conf.	90.0 %	
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		ZR	-1.282	
Condiciones de drenaje		cd	1.0	
Coefficiente de transmisión de carga en las juntas		J	2.8	
Concreto hidráulico con pasadores				
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25x10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) x \log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx}(0.09D)^{0.75} - 1.13}{1.51xj\left(0.09D)^{0.75} - \frac{7.35}{(E_c/k)}\right)}\right)$				
Espesor de pavimento de concreto en milímetros (mm)	Calcular D	D=	232.22	

D-0	D-1
23 cm	15 cm
Capa superficial (Losa de concreto)	SubBase Granular



**ANEXO N°08: ANÁLISIS DE PRECIOS
UNITARIOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU		
Subpresupuesto	001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	Fecha presupuesto	19/03/2023

Partida	01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL		
---------	-----------------	------------------------------------	--	--

Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2	1.07
-------------	---------------	---------------------	---------------------	--	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0057	21.95	0.13
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0571	15.86	0.91
						1.04
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.04	0.03
						0.03

Partida	01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO		
---------	-----------------	--------------------------	--	--

Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2	1.42
-------------	---------------	---------------------	---------------------	--	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0267	15.86	0.42
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	21.95	0.29
						0.71
	Materiales					
02130300010002	YESO BOLSA 25 kg	bol		0.0150	10.00	0.15
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		1.0000	0.26	0.26
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0050	38.00	0.19
						0.60
	Equipos					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0017	50.00	0.09
03014900010001	CORDEL	rl		0.0020	8.00	0.02
						0.11

Partida	01.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE C/ EQUIPO		
---------	-----------------	---	--	--

Rendimiento	m3/DIA	MO. 190.0000	EQ. 190.0000	Costo unitario directo por : m3	7.10
-------------	---------------	---------------------	---------------------	--	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0042	21.95	0.09
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0421	15.86	0.67
						0.76
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.76	0.02
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0421	150.00	6.32
						6.34

Partida	01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE		
---------	-----------------	--	--	--

Rendimiento	m3/DIA	MO. 460.0000	EQ. 460.0000	Costo unitario directo por : m3	12.79
-------------	---------------	---------------------	---------------------	--	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0174	21.95	0.38
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0348	15.86	0.55
						0.93
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.93	0.03
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0174	200.00	3.48
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.0000	0.0696	120.00	8.35
						11.86

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	
Subpresupuesto	001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	Fecha presupuesto 19/03/2023

Partida	01.02.03	NIVELACION DE LA SUB RASANTE C.MOTONIVELADORA
---------	-----------------	--

Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2	5.14
-------------	---------------	---------------------	---------------------	---------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0050	21.95	0.11
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0200	15.86	0.32
0.43						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.43	0.01
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	130.00	1.30
4.71						

Partida	01.03.01	SUB BASE GRANULA e=0.20 m
---------	-----------------	----------------------------------

Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2	12.52
-------------	---------------	---------------------	---------------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	17.59	0.18
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0200	15.86	0.32
0.50						
Materiales						
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.1850	40.00	7.40
7.40						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20
4.62						

Partida	01.03.02	BASE GRANULAR E = 0.15 m
---------	-----------------	---------------------------------

Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2	13.78
-------------	---------------	---------------------	---------------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	17.59	0.18
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.86	0.63
0.81						
Materiales						
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.1850	45.00	8.33
8.33						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.81	0.04
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20
4.64						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU

Subpresupuesto 001 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU Fecha presupuesto 19/03/2023

Partida	01.04.01	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,700.0000	EQ. 2,700.0000	Costo unitario directo por : m2			1.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0059	17.59	0.10		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0237	15.86	0.38		
						0.48		
	Materiales							
0290130005	ESCOBAS	und		0.0010	5.00	0.01		
						0.01		
	Equipos							
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.0000	0.0119	120.00	1.43		
						1.43		
Partida	01.04.02	IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : m2			4.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0050	24.11	0.12		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	17.59	0.09		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0150	15.86	0.24		
						0.45		
	Materiales							
0201040002	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0600	13.00	0.78		
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.2400	13.00	3.12		
						3.90		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.45	0.02		
03013900080002	COCINA DE ASFALTO 320 gl	hm	1.0000	0.0050	110.00	0.55		
						0.57		
Partida	01.04.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e = 0.09m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,300.0000	EQ. 1,300.0000	Costo unitario directo por : m2			31.86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0031	24.11	0.07		
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0185	21.95	0.41		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0185	17.59	0.33		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0492	15.86	0.78		
						1.59		
	Materiales							
02010500050005	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3		0.0600	320.00	19.20		
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0800	25.00	2.00		
						21.20		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.59	0.08		
03011000040001	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton	hm	1.0000	0.0062	350.00	2.17		
03011000050001	RODILLO TANDEM EST 8-10 ton	hm	1.0000	0.0062	550.00	3.41		
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0062	550.00	3.41		
						9.07		

**ANEXO N°09: ANÁLISIS DE PRECIOS
UNITARIOS DEL PAVIMENTO RÍGIDO**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	
Subpresupuesto	001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	Fecha presupuesto 19/03/2023

Partida	01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000			Costo unitario directo por : m2		1.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0057	21.95	0.13		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0571	15.86	0.91		
						1.04		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.04	0.03		0.03
						0.03		
Partida	01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000			Costo unitario directo por : m2		1.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0267	15.86	0.42		
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	21.95	0.29		
						0.71		
	Materiales							
02130300010002	YESO BOLSA 25 kg	bol		0.0150	10.00	0.15		
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		1.0000	0.26	0.26		
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0050	38.00	0.19		
						0.60		
	Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0017	50.00	0.09		
03014900010001	CORDEL	rl		0.0020	8.00	0.02		
						0.11		
Partida	01.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE C/ EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 190.0000	EQ. 190.0000			Costo unitario directo por : m3		7.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0042	21.95	0.09		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0421	15.86	0.67		
						0.76		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.76	0.02		
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0421	150.00	6.32		
						6.34		
Partida	01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 460.0000	EQ. 460.0000			Costo unitario directo por : m3		12.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0174	21.95	0.38		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0348	15.86	0.55		
						0.93		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.93	0.03		
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0174	200.00	3.48		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.0000	0.0696	120.00	8.35		
						11.86		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	
Subpresupuesto	001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	Fecha presupuesto 19/03/2023

Partida **01.02.03** **NIVELACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **800.0000** EQ. **800.0000** Costo unitario directo por : m2 **5.14**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$I.	Parcial \$I.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0050	21.95	0.11
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0200	15.86	0.32
0.43						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.43	0.01
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050002	CAMION CISTERNA (3,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	130.00	1.30
4.71						

Partida **01.03.01** **BASE GRANULAR E = 0.15 m**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **800.0000** EQ. **800.0000** Costo unitario directo por : m2 **13.78**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$I.	Parcial \$I.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	17.59	0.18
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.86	0.63
0.81						
Materiales						
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.1850	45.00	8.33
8.33						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.81	0.04
03011000060002	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton	hm	1.0000	0.0100	160.00	1.60
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0100	180.00	1.80
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0100	120.00	1.20
4.64						

Partida **01.04.01** **LOSA DE CONCRETO PREMEZCLADO h = 0.23m, f'c = 300kg/cm2**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **121.5000** EQ. **121.5000** Costo unitario directo por : m2 **57.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$I.	Parcial \$I.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0066	24.11	0.16
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1317	21.95	2.89
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0658	17.59	1.16
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1317	15.86	2.09
6.30						
Materiales						
02190100010024	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=300 kg/cm2 CON CEMENTO T-1m3			0.2100	235.00	49.35
49.35						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.30	0.19
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.0658	5.54	0.36
0304010003	BOMBA DE CONCRETO 10m3/h	m3		0.1000	15.00	1.50
2.05						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201002	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	
Subpresupuesto	001	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU	Fecha presupuesto 19/03/2023

Partida	01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO
---------	----------	---------------------------------------

Rendimiento	m2/DIA	MO. 19.0000	EQ. 19.0000	Costo unitario directo por : m2	55.00
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.2105	21.95	4.62
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4211	17.59	7.41
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8421	15.86	13.36
						25.39
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		1.0000	2.54	2.54
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.3227	3.20	1.03
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.8000	4.50	17.10
02310500010005	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 18 mm	und		0.0850	96.20	8.18
						28.85
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.39	0.76
						0.76

Partida	01.04.03	CURADO DE CONCRETO
---------	----------	--------------------

Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2	2.23
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0400	15.86	0.63
						0.63
Materiales						
0207070002	AGUA	m3		0.0300	4.24	0.13
0222030005	ANTISOL S	l		0.1800	8.05	1.45
						1.58
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.63	0.02
						0.02

Partida	01.05.01	JUNTAS DE CONSTRUCCION
---------	----------	------------------------

Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m	12.01
-------------	-------	--------------	--------------	--------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	17.59	1.41
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.2400	15.86	3.81
						5.22
Materiales						
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	48.00	6.38
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0023	67.00	0.15
						6.53
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.22	0.26
						0.26

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0201002** EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU

Subpresupuesto **001** EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES Y PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE PARA LA AV. FEDERICO VILLARREAL ENTRE LOS TRAMOS DE LA CARRETERA INDUSTRIAL Y LA AV. TÚPAC AMARU Fecha presupuesto **19/03/2023**

Partida **01.05.02** **JUNTAS DE CONTRACCION**

Rendimiento **m/DIA** MO. **500.0000** EQ. **500.0000** Costo unitario directo por : m **3.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0016	24.11	0.04
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0480	15.86	0.76
0.80						
Materiales						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1200	12.00	1.44
1.44						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.80	0.04
03013300030007	CORTADORA DE PAVIMENTO INC. DISCO	hm	6.0000	0.0960	10.00	0.96
1.00						

Partida **01.05.03** **JUNTAS CON DOWELS**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **16.49**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.11	0.08
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	15.86	0.51
1.15						
Materiales						
02040600010006	ACERO LISO EN VARILLAS DE 1" X 6 m	var		1.0500	2.45	2.57
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.2000	63.53	12.71
15.28						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.15	0.06
0.06						

Partida **01.05.04** **BARRA DE AMARRE - ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **4.29**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	15.86	0.51
1.77						
Materiales						
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	2.31	2.43
2.43						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.77	0.09
0.09						